

# **Analyse der Tier - Umwelt - Interaktionen bei Yaks (Bos grunniens) im kirgisischen Hochgebirge**

## **DISSERTATION**

**zur Erlangung des akademischen Grades  
Doctor rerum agriculturalarum  
(Dr. rer. agr.)**

**eingereicht an der  
Lebenswissenschaftliche Fakultät  
der Humboldt-Universität zu Berlin**

von  
M. Sc. Aijan Tolobekova

Präsidentin der Humboldt-Universität zu Berlin  
Prof. Dr.-Ing. Dr. Sabine Kunst

Dekan der Lebenswissenschaftliche Fakultät  
Prof. Dr. Bernhard Grimm

Gutachter:

1. Prof. i.R. Dr. Dr. h.c. Otto Kaufmann
2. Prof. Dr. Dirk Hinrichs
3. Prof. Dr. agr. Mhd Rabi Al Merestani

Tag der mündlichen Prüfung: 25.07.2019

*Für meine Eltern*

*&*

*im Andenken an meinen Bruder*

# Inhaltverzeichnis

TABELLENVERZEICHNIS.....	III
ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	IV
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	VI
<b>1. EINLEITUNG UND ZIELSTELLUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ERKENNTNISSTAND.....</b>	<b>3</b>
2.1 Biologie des Yaks.....	3
2.1.1 Zoologische Klassifikation .....	3
2.1.2 Domestikation des Yaks .....	3
2.1.3 Anatomie des Yaks.....	4
2.1.4 Physiologie des Yaks.....	7
2.2 Verhalten des Yaks.....	8
2.2.1 Habitatsverhalten des Yaks.....	8
2.2.2 Graseverhalten .....	9
2.2.3 Ruheverhalten .....	12
2.2.4 Bewegungsverhalten (Lokomotion) der Yaks .....	13
2.3 Methoden der Verhaltensforschung .....	15
2.3.1 Beobachtungsmethoden in der Verhaltensforschung .....	15
2.3.2 Nutzung von GPS und GIS in der Verhaltensforschung .....	16
<b>3. TIERE, MATERIAL UND METHODEN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Versuchsstandort .....	19
3.2 Versuchszeiträume und Tiere .....	21
3.3 Datenerfassung und -analyse .....	23
3.3.1 Habitats- und Bewegungsverhalten.....	23
3.3.2 Grase- und Ruheverhalten .....	26
3.3.3 Lebendmasseentwicklung.....	27
3.3.4 Vegetationsanalyse.....	28

3.3.5	Zusammenfassung der statistischen Auswertungen.....	31
<b>4.</b>	<b>ERGEBNISSE.....</b>	<b>32</b>
4.1	Habitatsverhalten der Yaks.....	32
4.1.1	Home Range.....	33
4.1.2	Jahreszeitlicher Verlauf des Aufenthaltes in verschiedenen Höhenlagen.....	40
4.2	Lokomotion.....	42
4.3	Grase-und Ruheverhalten .....	46
4.4	Lebensmasseentwicklung von Yakfärsen.....	49
4.5	Vegetationsanalyse.....	53
<b>5.</b>	<b>DISKUSSION .....</b>	<b>60</b>
5.1	Habitatsverhalten.....	60
5.2	Bewegungsverhalten/ Lokomotion .....	63
5.3	Grase-und Ruheverhalten .....	64
5.4	Lebendmasseentwicklung von Yakfärsen .....	65
5.5	Vegetationsanalyse.....	66
<b>6.</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN.....</b>	<b>68</b>
<b>7.</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>70</b>
	<b>ABSTRACT .....</b>	<b>71</b>
<b>8.</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>72</b>
	Danksagung.....	83
	Eidesstattliche Erklärung .....	84

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Körpermaße und Lebendgewicht von erwachsenen Yaks in verschiedenen Haltungsregionen (eigene Darstellung) .....	6
Tabelle 2: Reproduktionsmerkmale von Yaks in verschiedenen Haltungsregionen.....	7
Tabelle 3: Übersicht über die Temperaturen und Niederschläge im Untersuchungsgebiet der einzelnen Versuchsjahre; SP= Sommerperiode, WP= Winterperiode.....	21
Tabelle 4: Zeiträume für Verhaltensuntersuchungen bzw. Analyse der Lebendmasseentwicklung und Angaben zu den Tieren.....	21
Tabelle 5: Messtechnik und Messintervalle der untersuchten Merkmale .....	23
Tabelle 6: Definition der auswertungsrelevanten Zeitintervalle.....	26
Tabelle 7: Übersicht über alle beobachteten Merkmale .....	27
Tabelle 8: Größe des Aufenthaltsareals und interindividuelle Distanzen von drei Fokustieren an sieben aufeinanderfolgenden Tagen in der Sommerperiode .....	33
Tabelle 9: Lebendmasseentwicklung von weiblichen Yaks im Altersabschnitt von 18 bis 29 Lebensmonaten in aufeinanderfolgenden Sommer- und Winterperioden .....	51
Tabelle 10: Lebendmasseentwicklung von nicht tragenden weiblichen Yaks (n = 11) im Altersabschnitt von 35 bis 53 Monaten in Winter- und Sommerperioden (Fortsetzung von Tabelle 9).....	51
Tabelle 11: Lebendmasseentwicklung von tragenden Yaks im Altersabschnitt von 35 bis 53 Monaten in Winter- und Sommerperioden.....	52
Tabelle 12: Charakteristik der Standorte für die Vegetationsanalyse .....	55
Tabelle 13: Zusammensetzung der Pflanzengesellschaft und Erträge an den untersuchten Standorten.....	57
Tabelle 14: Durchschnittliche Gehalte an Rohnährstoffen, enzymlösliche organischer Substanz und geschätzte umsetzbarer Energie der analysierten Vegetationsproben .....	59

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Systematische Zuordnung des Yaks (eigene Darstellung nach WUSSOW (1994) zit. in SCHLEY (1996) .....	3
Abbildung 2: Durchschnittliche Nutzung der Topografie von männlichen und weiblichen Yakgruppen (BERGER et al., 2014) .....	9
Abbildung 3: Circadiane Grase- und Wiederkauaktivität von Yaks im Frühling, Sommer und Winter (DING et al., 2008) .....	10
Abbildung 4: Abliege- (oben) und Aufstehvorgang (unten) bei einer Yakkuh (eigene Darstellung) .....	12
Abbildung 5: Die durchschnittlichen horizontalen Laufstrecken ( $\pm$ S.E.) bei freilaufenden Yaks innerhalb des Tages jede Stunde gemessen. Insgesamt 6 Tage im Mai ( n=30) und Dezember (n=22) (DING 2013) .....	13
Abbildung 6: links: Yakkuh mit heraushängende Zunge beim Laufen; rechts: Yakkuh beim Walzen (Quelle: <a href="http://yakzucht-maichin.at">http://yakzucht-maichin.at</a> ; Stand: 01.04.2019) .....	14
Abbildung 7: Hochgebirgsweideflächen der Kooperativ „Zarya“ .....	20
Abbildung 8: Yakgehege .....	22
Abbildung 9: Yakkuh mit GPS – Halsband.....	24
Abbildung 10: Versuchstiere mit GPS - Halsband und Markierung.....	24
Abbildung 11: Kennzeichnung und Wägung der Yaks .....	28
Abbildung 12: Weidekäfig für die Vegetationsanalyse.....	29
Abbildung 13: Standorte der Weidekäfige auf der Weidefläche .....	29
Abbildung 14: Interindividuelle Distanzen von drei Fokustieren innerhalb einer Woche (Tag 1 bis Tag 7).....	32
Abbildung 15: Home Range der Yaks in den Sommerperioden 2008 (grün), 2009 (gelb) und 2015 (rot).....	34
Abbildung 16: Home Range der Yaks in der Winterperiode (2014/15).....	34
Abbildung 17: Nutzungsintensität der Weideflächen durch die Yaks während der gesamten Sommerperioden (2008, 2009, 2015) .....	35
Abbildung 18: Darstellung der Nutzungsintensität einer exemplarisch ausgewählten Weidefläche durch die Yaks im Verlaufe der Sommerperiode 2015 .....	36
Abbildung 19: Nutzungsintensität der Weideflächen durch die Yaks während der drei Sommerphasen (2008, 2009, 2015) .....	37
Abbildung 20: Standortwechsel eines Yaks von Tag zu Tag jeweils einer Woche in den Sommerphasen 2015 .....	38

Abbildung 21: Nutzungsintensität der Weideflächen durch die Yaks während der gesamten Winterperiode (2014/15).....	39
Abbildung 22: Nutzungsintensität der Weideflächen durch die Yaks während der drei Winterphasen (20014/15).....	39
Abbildung 23: Aufenthalt der Yaks in verschiedenen Höhenlagen während der Sommer- und Winterphasen.....	40
Abbildung 24: Vergleich der Tagesdynamik des Aufenthaltes in verschiedenen Höhenlagen in den Sommer- und Winterphase .....	41
Abbildung 25: Durchschnittliche Wegstrecken (km) von Yaks in den Phasen der Sommer- und Winterperioden .....	42
Abbildung 26: Vergleich der Dynamik von täglichen Wegstrecken in den Phasen der Winter- und Sommerperiode .....	43
Abbildung 27: Durchschnittliche tägliche Wegstrecken innerhalb eines 2-h- Zeitintervalls in den Sommerphasen in 2015 .....	44
Abbildung 28: Durchschnittliche tägliche Wegstrecken innerhalb eines 2-h-Zeitintervalls in den Winterphasen in 2014/15 .....	45
Abbildung 29: Durchschnittliche Zeitanteile pro Stunde für Grasens, Ruhen und sonstige Verhaltensweisen zwischen 7:00 und 19:00 Uhr in der Phasen der Sommerperiode (2009 und 2015).....	46
Abbildung 30: Durchschnittliche tageszeitliche Verteilung von Grasens, Ruhen und sonstige Verhaltensweisen in den Phasen (Sommerperiode 2009).....	47
Abbildung 31: Durchschnittliche tageszeitliche Verteilung von Grasens, Ruhen und sonstige Verhaltensweisen in der Früh- und Spätphase der Sommerperiode 2015 .....	49
Abbildung 32: Lebendmasseentwicklung von nicht tragenden (n = 11) und tragenden (n = 7) Yaks im Altersabschnitt von 18 bis 53 Monaten.....	50
Abbildung 33: Lebendmassen von nicht tragenden Yaks am Ende der Sommerperioden (SP) von 2012 bis 2015 .....	52
Abbildung 34: Entwicklung der Lebendmasse von Yaks (n=18) im Altersabschnitt von 22 bis 30 Monate in der Winterzwischenperiode 2013.....	53
Abbildung 35: Standorte der Analyse - Plots (Weidekäfige) in Zusammenhang mit der Nutzungsintensität durch die Yaks .....	54
Abbildung 36: Analyse-Plots (Weidekäfige) in Früh- und Spätphase der Sommerperiode....	55

## Abkürzungsverzeichnis

ADF <sub>om</sub>	Acid Detergent Fibre (Säure Detergenzien Faser in der Organischen Substanz)
GDF	Geographic Data Files (Geographische Datendateien)
GfE	Gesellschaft für Ernährungsphysiologie
GPS	Globales Positionsbestimmungssystem
GIS	Geographische Informationssystem
l	Liter
kg	Kilogramm
h	Stunde
m ü. NHN	Meter über Normalhöhenull
mm	Millimeter
ME	metabolische Energie/umsatzbare Energie
MJ	Megajoule
ca.	circa
VDLUFA	Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten
bzw.	beziehungsweise
ha	Hektar
h	Stunden
°C	Grad Celsius
n	Anzahl/ Stichproben umfang
USB	Universal Serial Bus
DBF	Data Base Files
DOP	Dilution of Precision (Verringerung der Genauigkeit)
dt	Dezitonne
TXT	Textdatei
TM	Trockenmasse
ESRI	Environmental System Research Institute
ELOS	Enzymlösliche organische Substanz
et al.	et alii (und andere)
XP	Rohprotein
XL	Rohfett
XF	Rohfaser



XA	Rohasche
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
SP	Sommerperiode
WP	Winterperiode
z.B.	Zum Beispiel
u.a.	unter andere

# 1. Einleitung und Zielstellung

Kirgistan liegt in Zentralasien und besteht zu 90 % aus Gebirgsland. Das Territorium befindet sich zwischen zwei Bergketten: Im Nordosten der Tien-Shan und im Südwesten das Pamir-Alay. Von den etwa 9,2 Millionen ha Weideflächen des Landes befinden sich etwa 50 % im Hochgebirge (2600 bis 4000 m ü. NHN). Sie sind die wichtigste Futterressource für Rinder, Schafe, Ziegen, Pferde und Yaks. Letztere sind besonders gut an das Ökosystem des Hochgebirges angepasst. Über Jahrhunderte waren die Yaks die wichtigsten Nutztiere der nomadisierenden Menschen im Hochgebirge. Sie lieferten Milch und Fleisch. Ihr Dung wurde als Brennmaterial genutzt. Das Haar und die Haut bildeten den Rohstoff für die Bekleidung und die Jurten. Die Tiere dienten als Reit – und Lasttier beim Wechsel zwischen den Weidegründen.

Das traditionelle Nomadentum in Zentralasien hat sich in den vergangenen 50 bis 60 Jahren deutlich verändert. Durch die zentralistische Planwirtschaft in der Sowjetunion sowie die Motorisierung der Transporte sind die Yaks durch andere Wiederkäuer (Milchrinder, Schafe, Ziegen) sowie Pferde zurückgedrängt worden. Besonders stark war die Reduzierung des Yakbestandes nach dem Zerfall der Sowjetunion ab 1990. Die Auflösung von Kollektivwirtschaften sowie die Abwanderung von Menschen aus den ländlichen Regionen in die Städte waren Gründe dafür. Außerdem war die Haltung von Milchrindern und Pferden wirtschaftlich attraktiver als die Yakzucht. Da aber die Tiere sehr gut an die Umweltbedingungen des Hochgebirges angepasst – und ein Bestandteil des Ökosystems sind, gibt es seit einigen Jahren staatliche Initiativen, die Yakbestände wieder auszudehnen. In diesem Zusammenhang sind in jüngster Zeit von kirgisischen Wissenschaftlern Forschungen zur Verbesserung der Tierleistung und der Fruchtbarkeit durchgeführt worden (ASYLBEKOV et. al., 2002; HALMURZAEV und SAMYKBAEV, 2006; CHERTKIEV, 2008; SAMYKBAEV, 2008; KASYMALIEV, 2008a; ABDYKERIMOV et al., 2011). Dabei wurden das Verhalten von Yaks, die Aktivitäten der Tiere auf der Weide sowie Interaktionen zwischen den Tieren und der Umwelt kaum untersucht. In dem Zusammenhang muss hervorgehoben werden, dass in vielen Gebieten Kirgistans die Tiere hauptsächlich auf dorfnahen Weiden gehalten werden. Auf diesen Flächen tritt daher häufig eine starke Überweidung auf, die mit Erosionen und dem Verlust von Biodiversität verbunden sind. Weiter abgelegene Bergweiden werden dagegen kaum genutzt, obwohl sie ein großes Potenzial haben und daher eine gute Alternative zu dorfnahen Weiden darstellen. Sie sind außerdem prädestiniert für die Nutzung durch Yaks, die anatomisch und physiologisch sehr gut an Hochgebirgsumwelten angepasst sind. Andererseits sind diese alpinen Weiden jedoch empfindlich gegenüber übermä-

ßiger Nutzung. Insofern existiert ein Forschungsbedarf hinsichtlich der Tier – Umwelt – Interaktionen bei der Nutzung von Hochgebirgsweiden durch Yaks. Mit dieser Arbeit soll ein Beitrag geleistet werden, die Kenntnisse über das standort- und zeitbezogene Verhalten von Yakherden zu erweitern.

Die Ziele der vorliegenden Arbeit bestanden darin, in einem engen zeitlichen Raster, das Verhalten der Yaks im Herdenverband zu analysieren, die Lebendmasseentwicklung von Yakfärsen im Zusammenhang mit dem saisonalen Einfluss zu untersuchen und den Weideertrag zu schätzen.

In dem Zusammenhang standen folgende Fragen im Mittelpunkt:

- Welcher zusätzliche Erkenntnisgewinn kann durch die Nutzung von GPS-Empfänger über das Verhalten einer Yakherde generiert werden?
- Wie intensiv nutzen Yaks unterschiedliche Weideareale?
- Wie vollzieht sich die Nutzung verschiedener Höhenlagen im Jahresverlauf?
- Welche Wegstrecken realisieren die Yaks in Abhängigkeit von sich ändernden Umweltfaktoren?
- Wodurch werden die Verhaltensmerkmale Grasen und Ruhen beeinflusst?
- Welchen Einfluss haben Futterverfügbarkeit und Jahreszeit auf die Lebendmasseentwicklung von Yakfärsen im Altersabschnitt von 18 bis 56 Lebensmonaten?
- Über welches Ernährungspotenzial verfügen die untersuchten Weideflächen?

Die speziellen Erkenntnisse aus dieser Arbeit sollen einen Beitrag leisten für zu entwickelnde Weidemanagementsysteme, die u.a. auf Informationen aus der Datenfernerkundung zurückgreifen. Und das mit dem Ziel, die vorhandenen Ressourcen der Hochgebirgsweiden schonend und nachhaltig zu nutzen.

## 2. Erkenntnisstand

### 2.1 Biologie des Yaks

#### 2.1.1 Zoologische Klassifikation

Der Yak stammt aus Zentralasien und gehört in die Klasse der Säugetiere (*Mammalia*), zur Ordnung der Paarhufer (*Artiodactyla*) und wird als Wiederkäuer (*Ruminantia*) und Hornträger (*Bovidae*) der Unterfamilie Rinder (*Bovinae*) der Gattung echter Rinder (*Bos*) zugeteilt (Abbildung 1). Sie gliedert sich in die Untergattungen *Bos*, *Bibos*, *Novibos* und *Poerphagus* auf. Der Untergattung *Bos* gehören die heutigen NutZRinder an. Der *Poerphagus* ist der domestizierte Yak, den Linnaeus (1758) als *Bos grunniens* (Grunzochse) bezeichnete (LESLIE und SHALLER, 2009; TOST 2000; SCHLEY 1996). PRZEWALSKI (1883) beschrieb später den Wildyak und nannte ihn *Bos mutus* (stummes Rind), wegen seiner gewöhnlichen Stummheit (SCHLEY 1996).

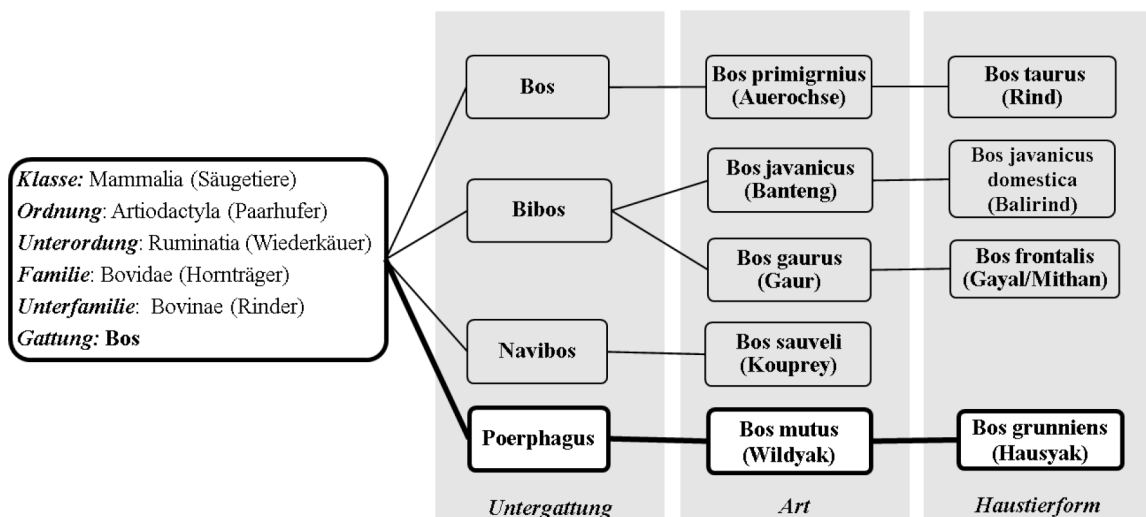


Abbildung 1: Systematische Zuordnung des Yaks (eigene Darstellung nach WUSSOW (1994) zit. in SCHLEY (1996))

#### 2.1.2 Domestikation des Yaks

Die Domestikation des Yaks fand auf der Nordseite des Himalayas bzw. auf dem Qinghai-Tibet-Hochland statt. Darauf weisen archäologische Funde hin. Von dort aus erfolgte die weitere Verbreitung (SCHLEY, 1996) in Richtung zum Altai- und Pamir Gebirge bis zu den Min Shan Bergen (ZHANG, 2000b). Der Lebensraum liegt meist oberhalb der Baumgrenze (2000 - 5000

m ü. NHN), mit langen kalten Wintern, kühlen feuchten Sommern und sehr kurzer Vegetationszeit (PORTER et. al., 2016).

Die Domestikation des Yaks begann vor etwa 10 000 Jahren (PORTER et al., 2016; WIENER et al., 2011). ZHANG (1989) in SCHLEY (1996) erwähnt, dass der Yak zwischen 221 v. Chr. bis 220 n. Chr. bereits ein wichtiger Lieferant für Fleisch, Milch, Leder und Wolle im Nordwesten Chinas war. Darüber hinaus wurden die Tiere auch als Opfertieren verwendet. Außerdem wird der Yak noch heute als Last- und Reittier genutzt. Der in den Pferchen anfallende Dung dient als Brenn- und Baumaterial und wird als Pflanzendünger genutzt. (PORTER et al. 2016). Dem Yak ist zu verdanken, dass der Mensch die vegetationsarmen Höhenlagen bis zu 4500 m ü. NHN im Rahmen eines Transhumanz-Systems nutzen kann.

SCHLEY (1996) hebt hervor, dass die Domestikation des Yaks noch nicht so weit fortgeschritten ist, wie beispielsweise beim Hausrind. Darauf deuten inzwischen eingetretene Abweichungen zur Wildform hin. Zu nennen ist die Verkürzung des Gesichtsschädels, die Kleinwüchsigkeit, teilweise Hornlosigkeit und die Aufhellungen der Fellfarbe. Der Umgang mit den Tieren erfordert deshalb besondere Aufmerksamkeit. Nicht selten sind aber schwere Unfälle mit Todesfolge zu beklagen, weil die Aggressivität der Tiere unterschätzt wird. Auf Störungen während des Fressens und Wiederkauens können Yaks mit Angriffslust reagieren, dies gilt insbesondere für von der Herde isolierte Tiere.

Wild- und domestizierte Yaks sind zwei unterschiedliche Populationen. Während Wildyaks fast vom Aussterben bedroht sind, wird die gesamte Population der domestizierten Yaks, einschließlich der Kreuzungstiere, weltweit auf etwa 14,2 Millionen Stück geschätzt (WIENER et al., 2003/06).

### **2.1.3 Anatomie des Yaks**

Der Yak hat einen kompakten Körperbau. Größe und Gewicht variieren stark je nach Haltungsgebiet, Rasse und Jahreszeit (Tabelle 1). Die Gliedmaßen sind kurz und stark, dies verschafft eine gute Trittsicherheit auf unwegsamem Gelände. Der Yak besitzt einen Buckel, der durch die verlängerten Dornfortsätze der Hals- und Brustwirbel gebildet wird. Der Brustkorb ist beim Yak tief und breit und bietet ausreichend Raum für eine gut entwickelte Lunge mit vergrößerten Alveolen und das Herz. Dadurch sind die Tiere äußerst resistent gegen Hypoxie und tolerieren einen geringeren Luftdruck sowie niedrigen Sauerstoffgehalt der Luft im Hochgebirge (DING et al., 2014; ZHANG, 2000b; SCHINDLER, 1996).

Der Yak hat einen verhältnismäßig schweren Kopf mit einer breiten nach vorn gewölbten Stirn, mit kleinen Ohren und kurzem Hals. Die Hörner des adulten Yaks sind schlank, zylindrisch und weisen mit der Spitze nach unten. Sie dienen der Verteidigung gegenüber Feinden und werden bei Kämpfen um die Rangordnung innerhalb der Herde eingesetzt (SCHINDLER, 1996). Es kommen auch hornlose Tiere vor. Der größte Anteil an hornlosen Yaks befindet sich in der Mongolei mit 90% (SAMBRAUS, 2001), in Kirgistan sind es 35 - 40% (ABDYKERIMOV et. al., 2011).

Das Flotzmaul ist wesentlich schmaler und kleiner als beim Rind. Die besondere Ausbildung der Lippen (insbesondere Oberlippe) und der Zunge ermöglicht den Tieren die Aufnahme von niederwüchsigem Gras sowie das Weiden auf schneebedeckten Flächen. Die Yaks sind an nährstoffarmes und rohfaserreiches Weidefutter sehr gut angepasst. Die Monate Mai bis September bieten den Yaks auf den Weiden eine ausreichende Ernährung für das kompensatorische Wachstum und die Regeneration von Körperreserven nach der Winterperiode. Die Monate Dezember bis April sind Hungerzeiten, in denen oft der Erhaltungsbedarf nicht mehr von der Weide gedeckt werden kann. ZHANG (2000b) ermittelte, dass Yaks im Winter bis zu 17 – 25 % des Körpergewichts verlieren können.

Hör- und Sehvermögen sind bei den Tieren nicht besonders ausgeprägt. Der Geruchssinn ist demgegenüber hervorragend entwickelt. Die Yaks kommunizieren über den Körpergeruch und finden sich so bei verlorenem Sichtkontakt Anschluss an die Herde (SCHINDLER, 1996). Dank einer dicken Haut, dem Unterhautfett und dem speziellen Wollkleid sind Yaks sehr resistent gegen Kälte und Nässe. Dies führt zu einem geringen Wärmeaustausch und dadurch zur Einsparung von Energie. Die Schweißdrüsen sind demgegenüber nur minimal ausgebildet (DING et al., 2014; WIENER et. al., 2003/06; SCHINDLER, 1996; DENISOV, 1958b).

Die Paarungszeit beim Yak ist abhängig von naturräumlichen und klimatischen Bedingungen sowie von der Körperkondition (ZI, 2003; SCHLEY, 1996; DENISOV 1958a). Das trifft auch für den Eintritt der Geschlechtsreife zu (Tabelle 2).

**Tabelle 1: Körpermaße und Lebendgewicht von erwachsenen Yaks in verschiedenen Haltungsregionen (eigene Darstellung)**

<b>Länder</b>	<b>Geschlecht</b>	<b>Widerrist- höhe (cm)</b>	<b>Körperlänge (cm)</b>	<b>Brusttiefe (cm)</b>	<b>Brustbreite (cm)</b>	<b>Brustumfang (cm)</b>	<b>Röhrbein- Umfang (cm)</b>	<b>Lebend- gewicht (kg)</b>	<b>Autoren</b>
Kirgistan	m	122,8±0,88	137,1±1,59	68,8±1,11	36,7±0,90	177,8±1,50	19,3±0,30	400-550	SARBAGYSHEV et al., 1989
	w	109,2±0,36	124,5±0,46	66,9±03,0	35,6±0,37	164,9±0,30	16,1±0,09	285-330	
China	m	110,9±5,7	124,5±12,9	58,6±5,1	25,8±3,5	153,6±13,0	16,5±1,1	444,0	WIENER et. al., 2003 zitiert nach ZHONG et.al., 1996
	w	107,1±4,9	120,0±6,7	56,2±3,7	24,5±3,2	147,6±9,7	15,7±0,9	256,4	
Mongolei	m	123,3	137	79	44	197,5	19,8	454,0	KASMALIEV, 2008a, zi- tiert nach LUS, 1956,
	w	109,8±0,18	122,8±0,24	66,6±0,27	35,0±0,24	165,0±0,31	15,8±0,8	272,0	

**Tabelle 2: Reproduktionsmerkmale von Yaks in verschiedenen Haltungsregionen**

Region	Höhe NHN	Eintritt der Geschlechtsreife (Jahre)		Brunstzeit- raum	Trächtig- keits- dauer (Tage)	Abkalbe Zeitraum	Autoren
		weiblich	männlich				
<b>Kirgistan</b>	2400 - 2500*	2 - 3	1,5 - 4	Juni - Oktober	257	März- Mai	SARBAGYSHEV et al., 1989
<b>China</b>	2000**- 4500	3 - 4	3 - 4 (6 - 7)	Juli - August	258	April- Mai	ZHAO, 2000
<b>Mongolei</b>	1400 - 4000	2 - 3	3 - 7	Juli - November	-	März - Juli	MAGASH, 2003/2006

\*Tyan Shan Gebirge; \*\* Qinghai-Tibet Plateau

Die kirgisischen Yakbullen werden im Alter von 1,5 bis 4 Jahre zur Zucht eingesetzt. Da mit zunehmenden Alter ihre Fruchtbarkeit nachlässt werden sie ab dem 5. - 6. Lebensjahr von der Herde abgesetzt (SHAPAKOV, 2015; KASMALIEV, 2008a; SCHLEY, 1996). In China hingegen erreichen die Bullen mit 6 bis 7 Jahren die beste Deckfähigkeit (ZHAO, 2000). Nach der Paarungssaison verlassen die Yakbullen die Mutterherden und grasen in größeren Höhen (SCHLEY, 1996).

Bei der kirgisischen Yakkuh findet die erste Paarung im Alter von 2 bis 3 Jahren statt, und die durchschnittliche Tragezeit dauert 257 Tage. Die Abkalbungen finden hauptsächlich zwischen März bis Mai statt (SARBAGYSHEV, 1989), denn das Futterangebot und die Wetterbedingungen sind in dieser Zeit optimal (SCHLEY, 1996). Die Yakkühe werden i.d.R. einmal alle 2 bis 3 Jahre tragend (ZHAO, 2000). Diese relativ geringe Fortpflanzungsrate ist das Ergebnis einer unzureichenden Ernährung und der damit verbundenen Verluste von Körpermaße im Winter. Die tragenden Tiere brauchen nach der Abkalbung Zeit, um die Körperkondition ausreichend wiederherzustellen. Im Laufe des Lebens gebären die Yakkühe vier bis fünf Kälber (WIENER, 2013).

#### **2.1.4 Physiologie des Yaks**

Die herausragenden Fähigkeiten der Yaks zur Adaptation der speziellen Umweltbedingungen unter denen sie leben beruhen auf folgenden physiologischen Eigenschaften: Das Blut der Yaks enthält vergleichsweise viele Erythrozyten (ZHANG, 2000b; BONNEMAIRE, 1984; DENISOV, 1958b) und das Hämoglobin ist in der Lage, viel Sauerstoff auch bei geringerem Partialdruck zu binden (SCHINDLER, 1996). Die Zusammensetzung des Blutes verändert sich mit zunehmendem Alter (KASMALIEV, 2008a; BELYAEV, 1980) und passt sich den Bedingungen



verschiedener Höhenlagen und Jahreszeiten an (BARSILA et al., 2014; DING et al., 2014; ZHANG, 2000a; SCHINDLER, 1996; WIENER et al., 2003/06; POUROUCHOTTAMANE et.al., 2012).

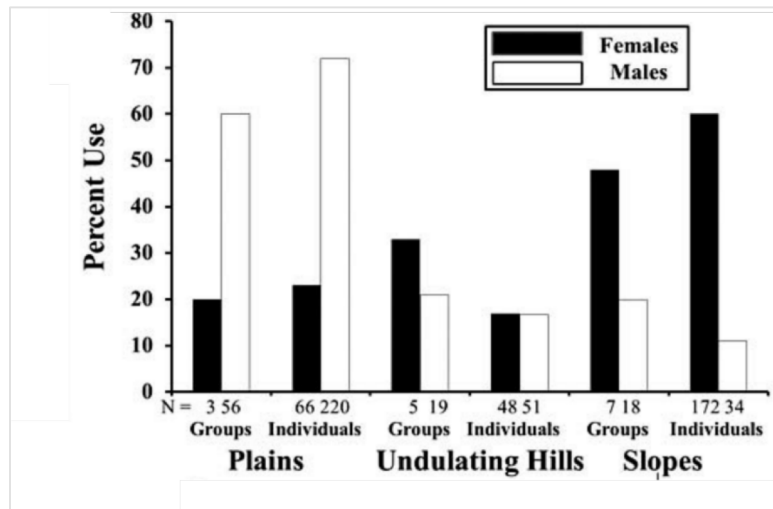
Die Muskulatur der Yaks hat einen hohen Myoglobingehalt. Mit zunehmender Höhe auf der sich die Tiere befinden steigt der Myoglobingehalt in der Herz- und Skelettmuskulatur (DING et al., 2014). Veränderungen der Atem- und Herzfrequenz sind ebenfalls wichtige Anpassungselemente. Bei hohen Außentemperaturen ist die Atemfrequenz um das zwei- bis vierfache höher als bei Rindern (SCHLEY, 1967), ZHANG (1989) zit. bei WIENER (2003/06): Bei adulten Yaks betrug die Atemfrequenz bei einer Außentemperatur von 28°C 80 -, bei 10°C 49 - und bei 5°C 25 Atemzüge pro Minute.

Die Herzschlagfrequenz des Yaks liegt zwischen 45 und 70 pro Minute (ZHANG, 2000b). Mit steigenden Umgebungstemperaturen erhöht sich der Puls, damit das Blut über die Haut mehr Wärme abführen kann. So beträgt die Herzfrequenz von erwachsenen Yakkühen nach DING (2014) im Sommer bei durchschnittlichen Temperaturen von 11,6°C 78 Schläge pro Minute und im Winter bei -10°C 49 Schlägen pro Minute. Die normale Körpertemperatur der Yakkuh beträgt 37,6 bis 38,5°C (ZHANG, 2000a; LENSCH, 1996).

## **2.2 Verhalten des Yaks**

### **2.2.1 Habitatsverhalten des Yaks**

Das Habitatsverhalten der Yaks bezieht sich auf den Aufenthalt und die Nutzung verschiedener Areale, die u.a. durch folgende Merkmale charakterisiert werden können: Futterangebot in Menge und Qualität, Wasserangebot, Höhenlage, Schutz vor Witterungseinflüssen, Beschaffenheit des Geländes (Hangneigung, Anteile von Geröll). So können z.B. vegetationsarme Bereiche zu längeren Wegstrecken und verkürzten Grasezeiten führen (KELLNER, 1996). Der wichtigste Einfluss auf die Nutzung verschiedener Habitatsbereiche geht vom jahreszeitlichen Verlauf der Umgebungstemperatur aus. Mit Beginn der wärmeren Jahreszeit, bewegen sich die Yaks in die höheren Lagen, auf die nördlichen Hänge des Geländes (WIENER et al., 2003/06) und bleiben dort bis zum Herbst. Im Winter kehren sie in die Täler zurück. Nach Angaben von BERGER et al. (2014) entwickeln weibliche und männliche Yaks in der Winterperiode ein unterschiedliches Habitatsverhalten (Abbildung 2). Die Yakbullen nutzen häufiger Ebenen und geringere Höhen, während sich weibliche Tiere hauptsächlich an höher gelegenen Hängen und hügeligen Weideflächen aufhalten.



**Abbildung 2: Durchschnittliche Nutzung der Topografie von männlichen und weiblichen Yakgruppen (BERGER et al., 2014)**

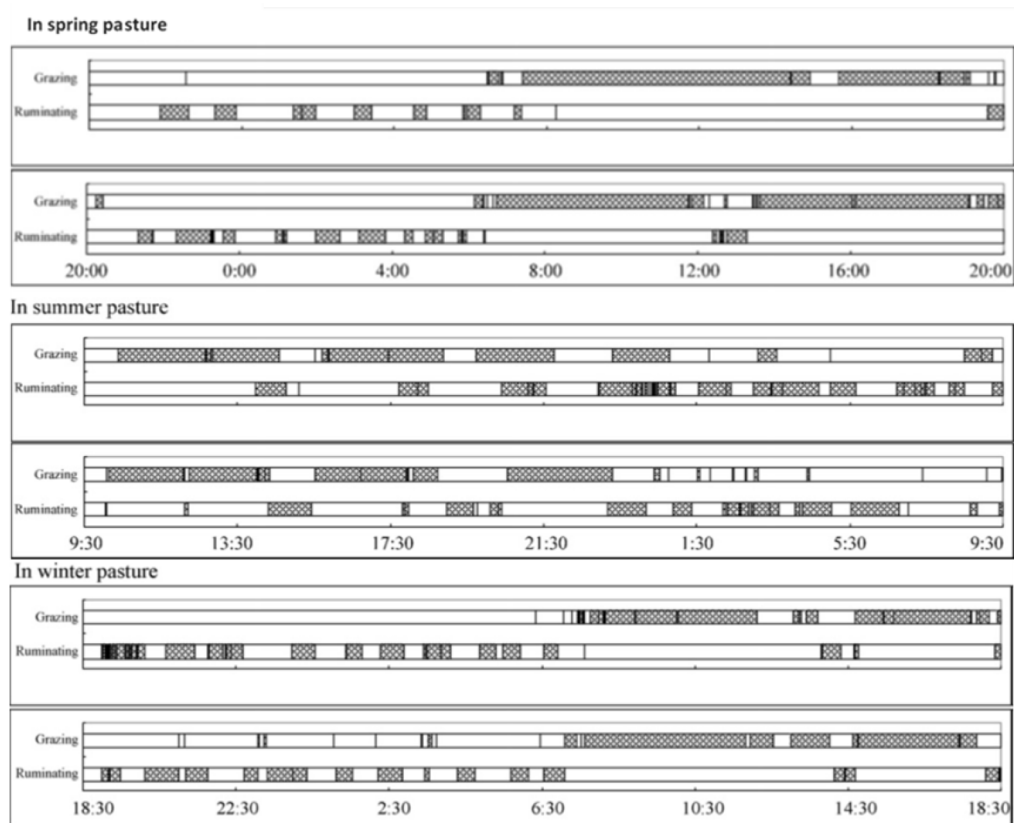
### 2.2.2 Graseverhalten

Die Yaks sind in Bezug auf die Qualität der Weidepflanzen anspruchslos. Bei sehr gutem Futterangebot im Frühjahr und damit verbundener schnellerer Sättigung wird teilweise auch selektiv gegrast, und die Wiederkauintensität wird an den Rohfasergehalt angepasst. Giftpflanzen werden durch den Geruchsin- und gefährliche Dornen durch den Tastsinn gemieden. Je nach Höhenlage ist das Pflanzenwachstum auf 3 bis 6 Monate begrenzt. Die Winterperiode dauert 6 bis 9 Monate (KELLNER, 1996). Auf den typischen Yakweiden finden sowohl üppige geschlossene Grasnarben als auch lückenhafte Stauden-, Polster- und Grasbüschelvegetationen. In den alpinen Grasnarben sind Sauergräser vorherrschend, Süßgräser dagegen seltener (KELLNER, 1996).

In den Wintermonaten erschwert der Schnee die Futteraufnahme. Die Yaks nutzen ihre Klauen und den Kopf, um an die Pflanzen zu kommen (PONGRATZ & PONGRATZ, 2017; PORTER et al., 2016; DENISOV, 1958b; SCHINDLER, 1996; SCHLEY, 1967). Das gelingt nur wenn der Schnee angetaut und formbar ist (KELLNER, 1996). Mit Hilfe der Zunge werden die längeren Pflanzen in das Maul gezogen, kürzere Pflanzen werden mit dem Flotzmaul und den Zähnen erfasst (SAMBRAUS, 2006). Während des Grasens läuft der Yak langsam vorwärts und bewegt dabei den Kopf halbkreisförmig hin und her. Da die Tiere einen starken Herdeninstinkt haben, grasen sie auf der Weide sehr organisiert: Die ranghöchsten Yaks geben eine bestimmte Richtung vor und der Rest der Herde breitet sich auf dem Territorium aus. Dabei halten sie einen gewissen

Abstand untereinander ein. Nach SAMBRAUS (1999) betragen die Individualdistanzen zwischen den Tieren mindestens 3 m. Gelegentlich entfernen sich Einzeltiere bis zu 200 m.

Das Graseverhalten der Yaks auf der Weide wird von der Saison, dem Klima, der Qualität der Pflanzen, der Geländebeschaffenheit und der Struktur der Herde in Bezug auf Alter und Geschlecht beeinflusst. Nach KELLNER (1996) kann ein erwachsener Yak mit 350 kg Lebendgewicht über 40 kg Weidefutter täglich aufnehmen. HOSSLE (2000) zitiert KATSINA (1995), wonach eine Yakkuh mit einem Körpergewicht von 250 kg 30 bis 35 kg Grünmasse pro Tag aufnehmen kann. ZHANG (1989), zit. bei KELLNER (1996), hat das Futteraufnahmeverhalten von 2,5-jährigen Yakochsen analysiert: Bei 68 Bissen pro Minute verzehrten sie täglich 27 kg Grünmasse. Dabei schritten sie 10,7 m pro Minute voran. Für eine gemischte Yakherde wurde eine tägliche Futteraufnahme zwischen 15 und 37 kg Frischfutter ermittelt. DING et. al. (2008) stellten bei laktierenden Yakkühen im Alter 7-8 Jahren (Lebendgewicht ca. 200 kg) fest, dass die Tiere ihr Graseverhalten auf der Weide an ihren Ernährungsbedarf und die saisonalen Bedingungen anpassen (Abbildung 3).



**Abbildung 3: Circadiane Grase- und Wiederkauaktivität von Yaks im Frühling, Sommer und Winter (DING et al., 2008)**

Im Frühling, unmittelbar nach der Abkalbung, grasen die Yaks aufgrund des geringen Futterangebots und des hohen Energiebedarfes für die Laktation und für den

kompensatorischen Aufbau von Körpermasse bis zu 11,26 Stunden am Tag. In der Sommerperiode sind die Tiere bis Mitternacht aktiv auf der Weide. Die Zeit für das Grasens verringert sich auf 10 Stunden und das Wiederkauen nimmt bis zu 7 Stunden in Anspruch. Im Winter grasen die Yakkühe etwa 8 Stunden pro Tag.

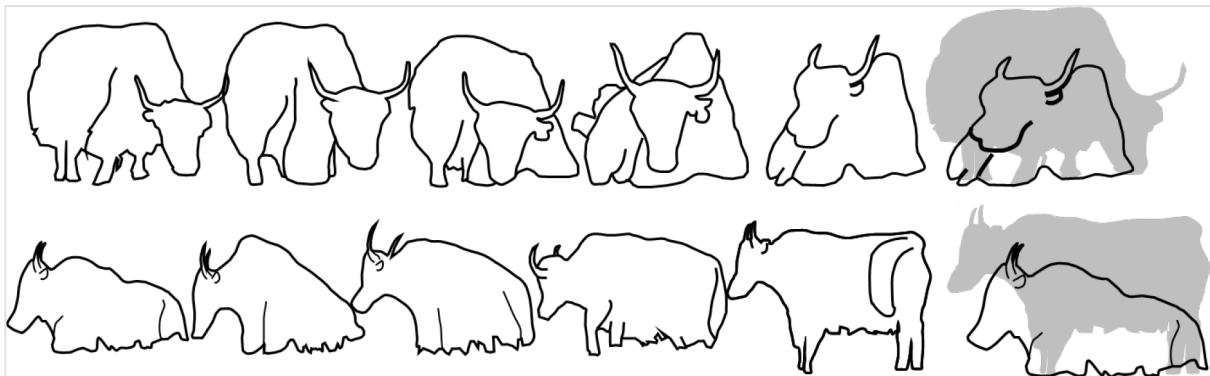
Die Yaks trinken 1 bis 2 Mal am Tag. Die täglich aufgenommene Wassermenge hängt von der Futterzusammensetzung, der Umgebungstemperatur, dem physiologischen Zustand und der Verfügbarkeit einer Wasserstelle (Flüsse, Quellen) ab. Wenn sich das natürliche Gewässer in der Nähe befindet, werden die Wasserstellen während einer Graseperiode am Nachmittag aufgesucht. Ist die Tränke weiter entfernt, dann wird die Aktivität (Grasen oder Ruhen) am Nachmittag abgebrochen und die Herde geht geschlossen zum Trinken (SAMBRAUS, 1999). Den Wasserbedarf können die Tiere häufig auch durch den Schnee decken. Nach SAMBRAUS und SPANNL-FLOR (2006) nimmt eine laktierende Yakkuh täglich ca. 30 l Wasser auf. Laut EPSTEIN (1977) können die Yaks in Schneestürmen mehrere Tage ohne Futter und Wasser überleben.

In der Sommerperiode nutzen die Yaks hoch gelegene Weiden (KUTTLER, 1996), die Graseaktivität konzentriert sich auf die Morgen- und Abendstunden, in den Mittagsstunden ruhen die Yaks und kauen das am Morgen aufgenommene Futter wieder (ARORA und MARWAHA, 1981). Die durchschnittliche Fressdauer beträgt nach BELYAEV (1980) im Sommer 7,68 bis 8,5 Stunden. Nach Angaben von DING et al. (2008) verlängert sich das Grasens auf der Sommerweide in Qinghai-Tibet Plateau bei nicht laktierenden Yakkühen durch das längere Tageslicht und das bessere Futterangebot bis Mitternacht mit einigen Wiederkauaktivitäten tagsüber. Die gesamte Zeit für das Grasens betrug 8 bis 11,15 Stunden. Die Bissrate betrug 68 pro Minute. Nach BADMAEV (2007) reduzieren die Yaks die Zeit zum Grasens an sehr warmen Tagen. Die Tiere suchen schattige Flächen mit gutem Durchzug oder befinden sich in der Nähe einer Wasserstelle und gehen gern baden. KUTTLER (1996) berichtet, dass sich höhere Temperaturen (ab 20°C) negativ auf die Gewichtszunahme des Yaks auswirken.

Durch die Knappheit der Nahrungsgrundlage auf der Weide in der Winterperiode findet die Graseaktivität hauptsächlich tagsüber statt (DING et al., 2008). Die Tiere weiden 14 bis 16 Stunden und bewegen sich kontinuierlich durch schwieriges Gelände auf der Suche nach Nahrung. Nach ARORA und MAWAHA (1981) setzt der Yak aufgrund seines geringeren Sehvermögens nach Einbruch der Dämmerung das Grasens nicht fort. Die Yaks vermeiden im Winter in der Nacht zu grasen und bleiben in der Gruppe, um den Körperwärmeverlust zu reduzieren und sich vor Raubtieren zu schützen.

### 2.2.3 Ruheverhalten

Das Ruhen ist bei Rinderartigen nicht nur im Liegen, sondern auch im Stehen möglich und mit einem wichtigen physiologischen Vorgang, dem Wiederkauen, verbunden. Beim Liegen existieren zwei Hauptperioden im Tagesverlauf. Eine in der Nacht und eine weitere in den Mittagsstunden (BOGNER und GRAUVOGL, 1984). Dabei zeigen die Tiere beim Liegen mehreren Formen des Ruheverhaltens wie Rasten, Dösen und Schlafen. Die Yaks liegen normalerweise mit untergeschlagenen Vorderbeinen und seitlich ausgestreckten Hinterbeinen. Mit gestreckten Gliedmaßen liegen erwachsene Yaks selten, Kälber häufiger. Beim Hinlegen vollziehen die Yaks den gleichen Ablauf wie die Rinder: Zuerst hebt der Yak ein Vorderbein vom Boden ab, beugt dieses im Karpalgelenk und setzt es auf dem Boden auf. Kurz danach knickt das andere Vorderbein ein, so dass das Tier auf dem Boden ist. Danach wird das Hinterbein der vorgesehenen Liegeseite hinter den Vorderfuß der Gegenseite gestellt und anschließend lässt es sich auf den Oberschenkel fallen. Der Aufstehvorgang verläuft beim Yak anders als bei anderen Rinderarten: Zunächst strecken sie den Kopf und Hals nach vorn und stützen sich dabei auf die Karpalgelenke. Danach erheben sie sich auf die Vorderbeine und dann die Hinterbeine (Abbildung 4).



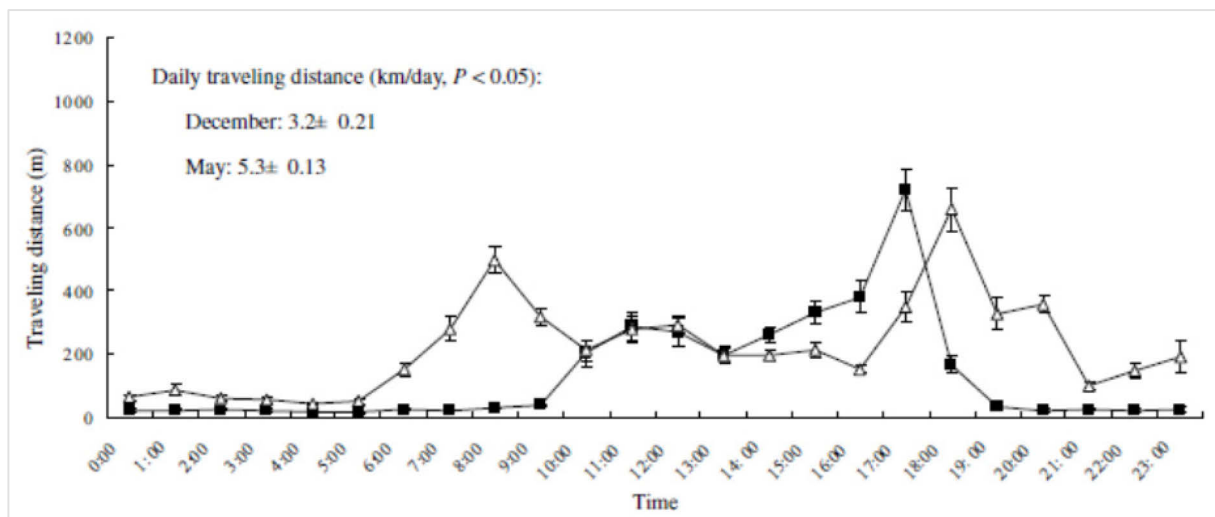
**Abbildung 4: Abliege- (oben) und Aufstehvorgang (unten) bei einer Yakkuh (eigene Darstellung)**

Die Dauer und Anzahl der Liegeperioden sind beim Yak stark von der Jahreszeit, dem Wetter und dem Futterangebot auf der Weide abhängig. Zu Beginn des Frühlings hat der Yak am Tag auf der Weide kurze und häufigere Ruhephasen, die sich in der Sommerperiode mit zunehmenden Temperaturen und ausreichendem Futter auf der Weide verlängern. Bei einer Studie von BELYAEV (1980) in Jakutien lag die tägliche Liegedauer bei den Yaks auf der Weide im Frühling bei 13,5 Stunden und im Spätsommer bei 14,44 Stunden. Nach Angaben von SAMBRAUS (2006) beträgt die durchschnittliche Liegedauer auf der Weide in der Mongolei bei den Yaks 10 Stunden pro Tag. In der Winterperiode werden die Ruhezeiten am Tage seltener und kürzer, was

durch die geringere Tageslänge und das mangelnde Futterangebot auf der Weide begründet werden kann. Mit dem Einbruch der Dämmerung findet die Hauptruhezeit der Tiere statt. Sie sind bezüglich der Liegeflächen nicht sehr wählerisch. Auch wenn ihnen ein trockener Platz zur Verfügung steht, legen sie sich gern auf Schnee. Gegen Auskühlung sind sie durch die lange Behaarung geschützt, vertragen Nässe allerdings weniger gut als Kälte (SAMBRAUS, 2006).

#### 2.2.4 Bewegungsverhalten (Lokomotion) der Yaks

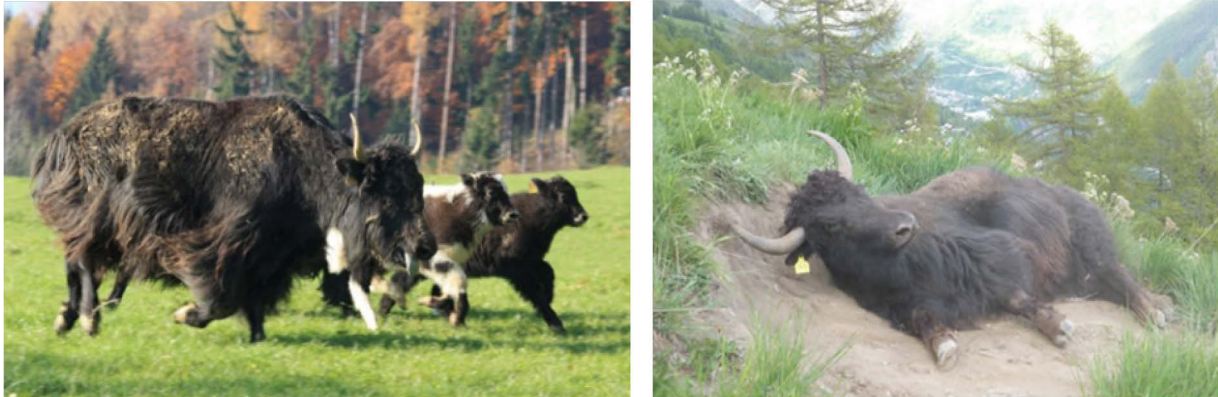
Das Bewegungsverhalten der Yaks wird durch Ernährungs-, Wachstums- und Fortpflanzungsbedürfnisse bestimmt, die je nach Tages- und Jahreszeit variieren. Der Yak bewegt sich auf großen Weideflächen mit weiten Distanzen zwischen den Futterplätzen, Wasserstellen und Ruheplätzen. DING et al. (2014) ermittelten durchschnittliche tägliche Gesamtstrecken bei Yakkühen im Dezember von 3,2 km und im Mai von 5,3 km (Abbildung 5). Die Hauptaktivitätsphasen fanden jeweils am Tage statt.



**Abbildung 5: Die durchschnittlichen horizontalen Laufstrecken ( $\pm$  S.E.) bei freilaufenden Yaks innerhalb des Tages jede Stunde gemessen. Insgesamt 6 Tage im Mai ( $\triangle$  n=30) und Dezember ( $\blacksquare$  n=22) (DING 2014)**

PONGRATZ & PONGRATZ (2017) beobachteten, dass die Bewegungen in der Winterperiode von Yaks langsam und gemächlich sind. JIANLIN (2014) beschreibt, dass Wildyaks in der Winterperiode wegen der Knappheit an Futter auf der Weide bis zu 50 km über Berge und Täler laufen, um Nahrung zu suchen. Die Tiere laufen durch die Schneefelder hintereinander und treten in die Fußstapfen des vorausgehenden Leittieres (EPSTEIN, 1977). Im Frühling, wenn die Temperaturen steigen, nimmt die motorische Aktivität des Tieres zu. Die Yaks springen oft und galoppieren mit hoch erhobenem Schwanz über die Weiden, dabei hecheln sie mit heraushängender Zunge und keuchendem Atem. Die Tiere wälzen sich gerne auf einer vegetationslosen

Fläche (SAMBRAUS, 1999). Zuerst erkunden sie die Fläche, drehen sich scharrend im Kreis und wühlen. Die Yaks rollen mehrfach über den Rücken und der Körper wird hin- und hergewendet, dass der Rücken möglichst einen starken Kontakt mit dem Boden hat. Es ist eine Form der Körperpflege, die zum Wohlbefinden der Tiere beiträgt. Durch dieses Wälzen tragen die Yaks zur Schaffung von offenen Bodenstellen auf der Weide bei (Abbildung 6).



**Abbildung 6: links: Yakkuh mit heraushängende Zunge beim Laufen; rechts: Yakkuh beim Walzen (Quelle: <http://yakzucht-maichin.at>; Stand: 01.04.2019)**

Nach Angaben von WIENER et al. (2003/06) sinkt in der Sommerperiode die Aktivität der Yaks, wenn die Umgebungstemperatur 20°C erreicht. Die Tiere suchen die Wasserstellen auf, stehen im Schatten, ohne sich zu bewegen, zu grasen oder wiederzukäuen. Bei niedrigen Außentemperaturen zeigen die Yaks eine wesentlich höhere Aktivität.

Die Yakkälber zeigen ein ausgeprägtes Spiel- und Erkundungsverhalten auf der Weide, das überwiegend mit Springen, Laufen und mit plötzlichen Stopps sowie Richtungsänderungen verbunden ist. SCHLEY (1996) beschreibt, dass das Bewegungsverhalten (motorische Aktivität) bei den Yakbullen während der Brunstzeit steigt. Sie grasen und ruhen weniger oder manchmal auch gar nicht. BUZZARD et. al., (2014) beschreibt ähnliche Beobachtungen in seiner Untersuchung über die Wildyaks. Die Futteraufnahme der Yakbullen nahm im Verlaufe der Brunst signifikant ab, und die Zeit für die soziale Aktivitäten nahm zu. Die Tiere sind in der Herde ständig in Bewegung, wechseln ihren Standort und suchen Auseinandersetzung mit anderen Bullen. Wird eine brünstige Yakkuh entdeckt, wird diese den ganzen Tag verfolgt und mehrmals gedeckt.

## 2.3 Methoden der Verhaltensforschung

### 2.3.1 Beobachtungsmethoden in der Verhaltensforschung

Das Verhalten als kontinuierlicher Prozess erfordert den Einsatz bestimmter Regeln bei der Datenaufnahme und der zeitlich strukturierten Datenregistrierung. Dabei können nach HOY (2009) die ausgewählten Tiere qualitativ und quantitativ mit folgenden direkten sowie indirekten Beobachtungsmethoden erfasst werden:

- *ab libitum-Sampling*: es besteht keine systematische Beschränkung und es wird die auftretende Verhaltensweise von Tieren registriert, welche für den Beobachter relevant erscheint.
- *focal sampling*: Fokustierbeobachtung konzentriert sich auf ein bestimmtes Tier, welches über einen bestimmten Zeitraum beobachtet wird und alle vom Tier gezeigten Verhaltensweisen erfasst werden.
- *scan sampling*: das Verhalten einer Gruppe von Tieren wird in regelmäßigen Abständen beobachtet. Es wird erfasst, wie viele Tiere die zuvor festgelegten Verhaltensweisen zeigen.
- *behaviour sampling*: es wird die gesamte Gruppe beobachtet, in dem das Auftreten bestimmter Verhaltensweisen, welche für die Beobachter relevant sind und vorab festgelegt wurden, erfasst werden.

Bezüglich des Zeitintervalls und der Methode können folgende Verfahren der Verhaltensbeobachtung unterschieden werden:

- *continuous recording*: hierbei erfolgt eine kontinuierliche zeitliche Erfassung von vorher festgelegten ausgewählten Verhaltensparametern
- *time sampling*: bei dieser Stichproben-Methode wird, um Zeit einzusparen, nur in bestimmten Zeitintervallen von Minuten, Stunden oder Tagen der jeweilige Zustand beobachtet. Gängige Beobachtungsintervalle liegen im Minutenbereich von 1 bis 20 Minuten, in der verbleibenden Zeit werden keine Daten erfasst. Hier wird nach *one-zero sampling* und *instantaneous sampling* unterschieden. Bei ersterem werden die verschiedenen Zeitabschnitte notiert, in denen die jeweiligen Verhaltensweisen aufgetreten sind. Dies wird selten genutzt. Bei *instantaneous sampling* wird die Verhaltensweise nur dann registriert, wenn sie zu bestimmten Zeitabschnitten auftritt.

Nach NAGUIB (2006) können mit allen oben genannten Methoden die Verhaltensweisen mit folgenden Messwerten charakterisiert werden:

- *Latenzen*: Zeit bis das Tier auf einen Reiz reagiert oder ein bestimmtes Verhaltensmuster zeigt



- *Dauer*: Zeit vom Einsetzen bis Beenden der Verhaltensweise
- *Intervall*: Zeit von Beginn zu Beginn einer gleichen Verhaltensweise
- *Pausen*: Dauer zwischen zwei Ausprägungen einer Verhaltensweise
- *Häufigkeit*: werden gezählt, ohne dass die Dauer der Verhaltensweisen dabei zu berücksichtigen ist
- *Raten*: die Auftrittshäufigkeiten der Verhaltensweisen von Tieren pro Zeiteinheit

Nach HOY (2009) stellt die direkte Verhaltensbeobachtung der Tiere die klassische Methode in der Verhaltensforschung dar. Die direkten Beobachtungen können einzelne Tiere oder Gruppen von Tieren vor Ort verfolgen und über das gezeigte Verhalten mit geringerem technischem Aufwand dokumentieren. Ein wesentlicher Nachteil besteht darin, dass mittels direkter Beobachtung meist nur wenige Verhaltensparameter gleichzeitig erfasst werden können. Die Wahrscheinlichkeit, wichtige Verhaltensweisen zu übersehen, steigt mit der Anzahl an Parametern, die der Beobachter wahrnehmen muss. In diesem Zusammenhang müssen nach NAGUIB (2006) vor Beginn der Beobachtung die zu untersuchenden Verhaltensweisen klar definiert und Beobachterübereinstimmung getestet werden. Zudem ist die Beeinflussung des natürlichen Verhaltens der Tiere durch die Anwesenheit eines Beobachters nicht auszuschließen. Besonders, wenn die Untersuchungen im Freiland durchgeführt werden.

Deshalb bietet die indirekte Beobachtungsmethode durch Videoaufnahmen und andere Messgeräte klare Vorteile. Mit deren Hilfe können bestimmte Verhaltensweisen und die Häufigkeiten je nach Fragestellung kontinuierlich messtechnisch registriert werden. Die Videoaufnahmen eignen sich vor allem für die Aufzeichnung von schnellen Verhaltensweisen, da sie später bei einem langsameren Wiedergabetempo angeschaut werden können (MITTENECKER, 1987).

### **2.3.2 Nutzung von GPS und GIS in der Verhaltensforschung**

Für die Analyse des Tierverhaltens im Freiland wird seit geraumer Zeit das Globale Positioning System (GPS) in Verbindung mit dem Geographic Information System (GIS) genutzt. Mit Hilfe dieser beiden Systeme ist es möglich, in hoher Auflösung die räumliche und zeitliche Nutzung eines Territoriums durch Tiere zu analysieren. Zahlreiche Untersuchungen bei landwirtschaftlichen Nutztieren wie Rindern (TURNER et al., 2000; GANSKOPP et al., 2001; UNGAR et al., 2005; BARBARI et al., 2006; BAILEY 2001; HANDCOCK et al., 2009; DRAGANOVA et al., 2010, SCHOENBAUM et al., 2017, etc.), Yaks (DING et al., 2014), Pferden (HAMPSON et al., 2010, COLLINS et al., 2014, etc.), Ziegen und Schafen (RUTTER et al., 1997; HULBERT et al., 1998; PUTFARKEN et

al., 2008; BUERKERT und SCHLECHT 2009, etc.) fokussierten auf die Interaktionen zwischen den Tieren und dem genutzten Weideland.

Der GPS-Empfänger kann auf verschiedene Weise an den Tieren angebracht werden. Bei den großen Säugetieren wird i.d.R. ein Halsband genutzt, das den Sensor, die Energieversorgung, den Datenspeicher und den Empfänger enthält. Zusätzlich zum Positionssensor können weitere Messfühler integriert werden, wie z.B. Beschleunigungsmesser und Thermometer. Die Messfrequenz der Sensoren kann in der Regel frei gewählt und den speziellen wissenschaftlichen Fragestellungen angepasst werden. Bei der Positionsbestimmung können Messfehler auftreten, die durch die Eigenschaften des Habitats (Bewaldung, Felsvorsprünge usw.) hervorgerufen werden, weil Satellitensignale zeitweise nicht empfangen werden können (LEWIS, 2007). In Untersuchungen von RUTTER et al., (1997) zeigte sich, dass das Satellitensignal von einem GPS-System während des Aufenthaltes und der Nutzung von Weideflächen durch Bergschafe durch hügelige Landschaft behindert wurde. Dies konnte durch Verwendung von Differential GPS (DGPS) minimiert werden. Durch die Anwendung von DGPS lässt sich eine Genauigkeit von bis zu 5 m erreichen (REMPEL und RODGERS R.A., 1997; RUTTER et al., 1997; TURNER et al., 2000). Ein weiterer limitierender technischer Faktor ist die Leistungsstärke der Batterie, die von deren Größe und dem Gewicht abhängig ist (DUSCHER, 2009). BLANC und BRELURUT (1997) stellten fest, dass das Verhältnis vom Gewicht der Ausrüstung zum Gewicht des Tieres ein Schlüsselement ist. Sie beobachteten Hautirritationen, Störungen des Sozial- und Fressverhaltens, verringerte Futteraufnahme und erhöhte Energieausgaben bei einem Gewicht des Halsbands von 3,5 % des durchschnittlichen Körpergewichts bei Rothirschen (*Cervus elaphus*). SCHLECHT et. al., (2004) ermittelten in ihren Untersuchungen, dass die Zebu-Kühe (*Bos indicus*) ein Halsband mit einem Gewicht von 2,1 % (5,5 kg) ihres durchschnittlichen jährlichen Körpergewichts ohne sichtbare Irritationen akzeptieren und keine Beeinträchtigung des täglichen Aktivitätsmusters zeigten. Die neuesten GPS-Systeme sind inzwischen viel leichter und kleiner geworden, so dass eine Beeinträchtigung der Tiere kaum noch gegeben ist. MANNING et al., (2017) nutzten bei Charolais-Kühen Systeme, die nur 0,61 kg (0,1 % des durchschnittlichen Körpergewichts) wogen. Es wurde festgestellt, dass hinsichtlich ihrer Reaktion zwischen besenderten und nicht besenderten Kühen kein signifikanter Unterschied bestand.

Wenn GPS-Halsbänder zusätzlich mit Aktivitätssensoren ausgerüstet sind, werden bei weidenden Tieren in der Regel die Verhaltensmerkmale *Ruhen*, *Grasen* und *Bewegen* (AUGUSTINE und DERNER, 2013) oder *aktiv* (Grasen, Bewegen) und *inaktiv* (Ruhen, Stehen) erfasst (GOTTARDI et al., 2010; KLUTKE, 2012).

Die unterschiedliche Verteilung und Beweidung von freilaufenden Tieren auf der Weidefläche führen oft zu ungleichmäßiger Weidenutzung. Besonders Vorzugsflächen der Tiere sind durch Überweidung gefährdet, was zur Zerstörung der Grasnarbe und Erosionen führen kann. BAILEY (2001) versuchte mit Hilfe eines GIS-Systems auf dem Weideland eine gleichmäßige Tierverteilung zu steuern. Dazu wurde untersucht, wie sich Zusatzfutterangebote auf die Verteilung der Weidetiere auf die Fläche auswirken. Dafür platzierte man auf zwei Weideareale sehr schmackhaftes Zusatzfutter in steilen und kaum genutzten höheren Lagen. Die Ergebnisse zeigten, dass die zwei Weideareale mit strategisch platzierten Melasse-Ergänzungen durch die Tiere effizient genutzt wurden. Die Rinder verbrachten 33 bis 40 % mehr Zeit innerhalb eines 600 m Umkreises um das Zusatzfutter, als Tiere denen keine Supplementierung angeboten wurde. Als Hauptergebnis kann aus der Untersuchungen geschlussfolgert werden, dass durch das Anbieten von Melasse-Ergänzungen die weniger genutzten Gebirgsweideflächen für die Tiere attraktiver sind und somit häufiger aufgesucht werden. Bei einer Untersuchung von GANSKOPP (2001) wurde die Standortwahl mittels Salzlecksteinen und Tränkstellen manipuliert. Dies zeigte jedoch einen wesentlich geringeren Einfluss auf das Viehverteilungsproblem auf größeren Weideflächen ( $> 825$  ha) als Zusatzfutter. Die Tränkestelle und Salzlecksteinen befanden sich erst an derselben Stelle. Anschließend wurden sie jeweils getrennt in voneinander entfernten Gebieten platziert. Die durchschnittliche Entfernung von der Tränkestelle ( $x = 1,16$  km) blieb unbeeinflusst. Die Rinder folgten daher der Bewegung der Tränkestelle. Die tägliche zurückgelegte Wegstrecke ( $x = 5,78$  km), die Zeit zum Grasens (11,0 h pro Tag), die Ruhezeit (10,1 h pro Tag) und die Flächennutzung ( $x = 325$  ha) wurden ebenfalls nicht beeinflusst. Durch die getrennte Platzierung der Wasser- und Salzstellen stieg die durchschnittliche Distanz von 1,03 km auf 1,73 km. Den wirksamsten Einfluss hatte der Zugang zu den Tränkstellen auf das Weideverhalten der Rinder. Die Veränderung der Tränkestelle brachte eine Veränderung der Aktivitätsbereiche der Tiere mit sich. Die Rinder verblieben in der Nähe des Wassers und kehrten nicht zu den ursprünglichen Wasserstellen zurück.

### 3. Tiere, Material und Methoden

Alle Untersuchungen wurden an domestizierten Yaks durchgeführt. Die Tiere konnten während der Vegetationsperiode nahezu uneingeschränkt die zur Verfügung stehenden Weideflächen nutzen. Die Aufgabe der Hirten bestand im Wesentlichen darin, die Tiere vor Prädatoren zu schützen, kranke Tiere zu selektieren und zu behandeln, männliche Tiere nach dem Absetzen von der Mutterherde zu trennen sowie saisonal die Zuchtbullen in die Herde zu lassen bzw. sie am Ende der Decksaison auf eine separate Weidefläche zu treiben. Im Winter nutzten die Tiere tagsüber die Fläche, nachts sind sie in einem Gehege gehalten worden. Für die Analyse und Bewertung des Herdenverhaltens im Habitat sind Fokustiere ausgewählt und entsprechend gekennzeichnet worden. Die Konzentration auf Fokustiere ergaben sich sowohl aus der limitierten Anzahl von GPS - Halsbändern als auch aus der Tatsache, dass Forschungen verschiedener Autoren ergeben haben, dass Yakherden in einem engen Gehüt, bei einem Abstand von Tier zu Tier zwischen 3 m und 200 m grasen (BELYAEV 1980, SAMBRAUS 1999, WIENER 2003/06). Damit ist es möglich, mit nur wenigen Tieren, die mit GPS - Systemen ausgestattet sind, den Standort der Herde zu beschreiben.

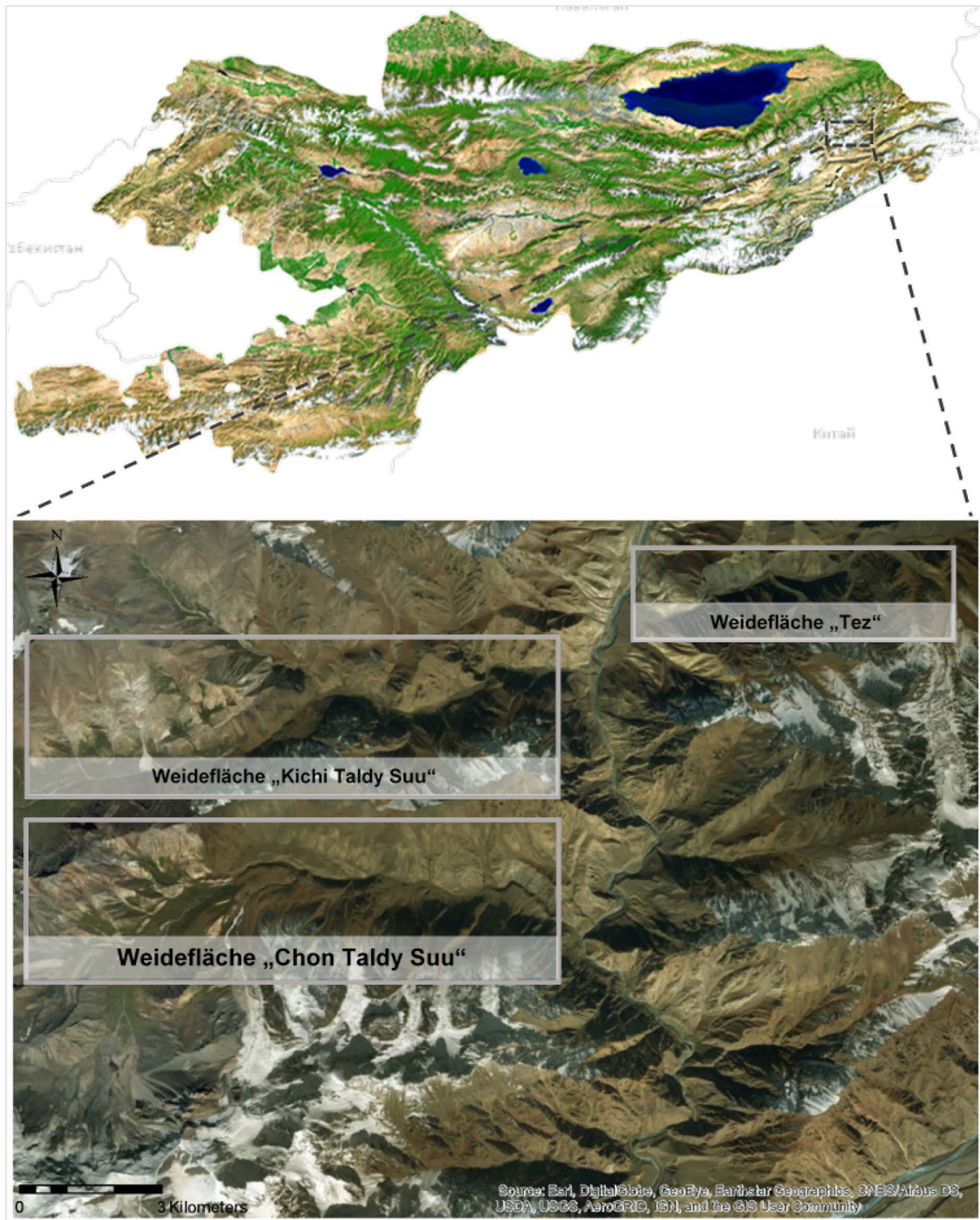
Für die Analyse der Entwicklung der Lebendmasse ist eine Gruppe von weiblichen Yaks herangezogen worden, die zur selben Herde gehörte. Im Folgenden werden die Bedingungen und Vorgehensweisen für die Untersuchungen sowie die Auswertungsmethoden beschrieben.

#### 3.1 Versuchsstandort

Die Versuche wurden im Osten Kirgisistans in der Kooperative „Zarya“ durchgeführt, die sich seit 1973 mit der extensiven Yakhaltung beschäftigt. Die Kooperative bewirtschaftet 1950 ha Hochgebirgsweideflächen, die von den Yaks genutzt werden. Sie verteilen sich auf folgende Areale: *Chon - Taldy Suu* (1050 ha, 42°05'46.20"N; 79°00'27.09"E), *Kichi - Taldy Suu* (600 ha, 42°07'16.99"N; 79°03'32.15"E) und *Tez* (300 ha, 42°07'16.28"N; 79°03'32.15"E) (Abbildung 7).

Die eigenen Untersuchungen fanden auf der Hochgebirgsweideflächen Chon - Taldy Suu statt. Die Weideflächen erstrecken sich von Südwest in Richtung Nordost und liegen in einem Tal zwischen zwei Höhenzügen, die Süd- und Nordhänge bilden. Die Spannweite der Höhenlage liegt zwischen 2531 m und 4929 m ü. NHN. Zu den Weideflächen gehören neben dem Grasland

auch Waldareale, vegetationslose Gletscher und Schotterflächen sowie Moore und Schmelzwasserabflüsse. Die Vegetationsperiode ist kurz und dauert von Juni bis September. Die durchschnittlichen Temperaturen liegen in der Sommerperiode zwischen 11,4°C bis 22,2°C und in der Winterperiode zwischen von - 11,8°C bis - 31,9°C. Der durchschnittliche Jahresniederschlag liegt zwischen 490,7 mm und 695,2 mm (Tabelle 3).



**Abbildung 7: Hochgebirgsweideflächen der Kooperative „ZARYA“**

**Tabelle 3: Übersicht über die Temperaturen und Niederschläge im Untersuchungsgebiet der einzelnen Versuchsjahre (www.p2.ru, Stand: 15.03.2018); SP= Sommerperiode, WP= Winterperiode**

Versuchsjahre	Weidenutzung	Temperatur (°C)			durchschnittliche Schneedeckenhöhe (cm)	Niederschlagsmenge (mm)	
		Min	Max	durchschnittlich		Gesamtmenge	Anzahl der Tage mit Niederschlag
2008	SP	-12,0	+33,1	+3,7	2,3	1117	45
	WP	-29,0	+9,8	-10,7	20,5	218	78
2009	SP	-14,2	+15,8	+2,5	5,1	1139	61
	WP	-32,8	+10,1	-11,0	20,4	1076	95
2012	SP	-11,4	+16,4	+3,9	1,9	174	58
	WP	-30,7	+15,7	-10,4	9,8	1060	72
2013	SP	-9,0	+19,0	+4,4	2,1	1170	67
	WP	-33,1	+13,3	-10,2	16,1	121	48
2014	SP	-12,7	+26,0	+3,4	2,3	188	72
	WP	-31,1	+9,6	-10,4	9,4	311	86
2015	SP	-11,5	+23,1	+4,4	3,7	383	59
	WP	-34,6	+10,0	-9,3	15,0	158	83
Ø		-21,7	16,8	-3,3	8,5	592,9	69

### 3.2 Versuchszeiträume und Tiere

Die Verhaltensuntersuchungen wurden an insgesamt 12 Yakkühen (4 Tiere je Versuchszeitraum) durchgeführt. In die Analyse der Lebendmasseentwicklung sind 20 Tiere einbezogen. Weitere Angaben zur Anzahl und zum Zustand der Versuchstiere, sowie zu den Versuchszeiträumen sind der Tabelle 4 zu entnehmen.

**Tabelle 4: Zeiträume für Verhaltensuntersuchungen bzw. Analyse der Lebendmasseentwicklung und Angaben zu den Tieren**

Versuchszeitraum	Anzahl Tiere (n)	Alter (Monate)	Anzahl Abkalbungen(n)	Tierverluste (n)
<b>Verhaltensanalyse</b>				
14.05.2008 - 18.11.2008	4	36-96	4	-
14.05.2009 - 05.10.2009	4	k. A.	3	-
19.09.2014 – 13.09.2015	4	35-53	3	1
<b>Lebendmasseanalyse</b>				
18.11.2012 - 13.09.2015	20	18-53	7	1





**Abbildung 8: Yakgehege**

Die für die Untersuchungen ausgewählten Tiere gehörten zu einer Mutterkuhherde von durchschnittlichen 230 Yaks mit Nachtzucht. Die Yaks wurden ganzjährig von einer Hirtenfamilie betreut. Die Tiere konnten sich in der Regel frei auf der Hochgebirgsweidefläche bewegen. In der Vegetationsperiode wurde die Herde dann in ein nahe gelegenes Gehege (Abbildung 8) getrieben, wenn die Tiere abgesondert werden mussten oder wenn das Risiko eines Raubtierangriffes bestand (Wölfe, Bären). Während der Winterperiode (von Oktober bis April) wurden die Yaks jeden Abend ins Gehege getrieben. Prophylaktische Maßnahmen zum Gesundheitsschutz sind vom Betriebseigenen Tierarzt vorgenommen worden.

### 3.3 Datenerfassung und -analyse

Die Datenaufnahme erfolgte sowohl mit Hilfe technischer Mittel als auch durch die direkte Beobachtung der Tiere. Tabelle 5 gibt einen Überblick über die untersuchten Merkmale, die Messtechnik und die Messfrequenz.

**Tabelle 5: Messtechnik und Messintervalle der untersuchten Merkmale**

Untersuchte Merkmale	Messtechnik/ - verfahren	Messintervalle
<b>Habitats- und Bewegungsverhalten</b>	GPS - Halsband Vectronic Aerospace	15min (Sommerperiode) 5min (Winterperiode)
<b>Grase- und Ruheverhalten</b>	Beobachtungsbogen/ SONY DCR-SR47 HDD Handycam	15 min
<b>Lebendmasse</b>	BOSCHE Tierwaage RTW 2510	2 – 3 Mal pro Jahr
<b>Futterwert/ Ertrag</b>	Vegetationsaufnahme/ Weidekäfige	2 Mal

#### 3.3.1 Habitats- und Bewegungsverhalten

##### 3.3.1.1 Erfassung des Habitats- und Bewegungsverhaltens

Die Aufzeichnung des Habitats- und Bewegungsverhaltens der Yaks erfolgte über den Einsatz von GPS - Halsbändern. Diese ermöglichen eine automatische, kontinuierliche Überwachung ohne Beeinträchtigungen der Fokustiere. Dadurch können mit einem relativ geringen Aufwand repräsentative Werte für den gesamten Versuchszeitraum erfasst werden. Das GPS - Halsband besteht aus einem strapazierfähigem Polyurethan - Gurt, GPS - Empfänger sowie eine an der Unterseite befestigte Batterie, die der Energieversorgung dient (Abbildung 9). Der GPS - Empfänger ermittelte im eingestellten Intervall die Positionen der Tiere mit Datum und Uhrzeit, sowie Breitengrad, Längengrad, Höhe, DOP (Dilation of Precision), 2D/3D validierte Navigation, die Anzahl der verwendeten Satelliten und Temperatur.

Die Yaks akzeptierten und trugen die GPS - Halsbänder ohne offensichtliche Irritationen und Störungen im natürlichen Verhalten. Insgesamt beträgt das Gewicht eines GPS - Halsbandes ca. 1250 g.





**Abbildung 9: Yakkuh mit GPS – Halsband**

In Abstimmung mit dem Yakhirten wurden 2008 und 2009 jeweils 4 Fokustiere pro Jahr und in den Jahren 2014 bis 2015 ebenfalls insgesamt 4 Tiere ausgewählt, die mit GPS - Halsbändern versehen wurden. Somit konnte das Verhalten von insgesamt 12 Fokustieren mit GPS - aufgenommen wurden. Als Fokustiere sind leicht fixierbare und umgängliche Tiere ausgewählt worden, die kontinuierlich in der Herde verblieben sind. Diese Fokustiere sind zusätzlich mit Markierungen gekennzeichnet worden, um sie bei der direkten Beobachtung identifizieren zu können (Abbildung 10).



**Abbildung 10: Versuchstiere mit GPS - Halsband und Markierung**

### 3.3.1.2 Auswertung des Habitats- und Bewegungsverhaltens

Zur Auswertung der GPS - Daten mussten die Halsbänder abgenommen und ausgelesen werden. Anschließend wurden sie über den Link Manager (USB - Anschluss) auf einen Laptop übertragen und mit dem Programm GPS - Collar Manager von Vectronic Aerospace ausgelesen.

Die Daten lagen im DBF-, GDF- und TXT - Format vor. Um die Aussagefähigkeit der aufgezeichneten Daten zu erhöhen, wurden zunächst unlogischen Daten (z.B. Ausfälle oder Verluste der Empfänger, DOP - Werte > 20) gefiltert. Dadurch gelang es, nur plausible Daten für die weitere Auswertung zu verwenden.

Die Datenverarbeitung und -visualisierung erfolgte im Geoinformationssystem (GIS) mit der Software ArcGIS 10.2 (ESRI). Als Kartengrundlage diente die Tool Grundkartengalerie (Basemap Service) in ArcGIS.

Für die Ermittlung und Darstellung des Habitatsverhaltens wurden die Home Ranges der Yaks im Versuchszeitraum berechnet. Der Begriff Home Range beschreibt das Areal, welches von einem Tier oder einer Gruppe für seine bzw. ihre routinemäßigen Aktivitäten genutzt werden (GETTERMAN, 2006; BURT, 1943).

Um das Habitatsverhalten der Yaks umfassend beschreiben zu können wurden folgende zwei Methoden verwendet:

- *Minimum - Konvex - Polygon* (Minimum Convex Polygon) nach MOHR (1947). Dabei werden die äußeren Positionspunkte der Tiere miteinander verbunden, so dass ein konvexes Polygon entsteht. Dadurch bilden sich die äußeren Grenzen der gesamten genutzten Weidefläche ab. Allerdings werden bei dieser Berechnungsmethode oftmals die Flächen mit aufgenommen, die von den Tieren gar nicht genutzt wird.
- *Kernel - Verfahren* (Kernel - Density) nach SILVERMAN (1986). Bei dem Verfahren wird die Dichte der Positionspunkte um jede Rasterzelle errechnet. Der Oberflächenwert ist am Positionspunkt am höchsten und verringert sich mit zunehmender Entfernung. In der Entfernung des Suchradius erreicht er Null ([www.arcgis.com](http://www.arcgis.com)). Die ausgewiesenen Werte ergeben die Nutzungsintensität der jeweiligen Rasterzelle.

Die beiden Methoden generieren gute Informationen zur Bewertung der Größe der Home Ranges und der Weidenutzungsintensität durch die Tiere. Die ermittelten Areale, die von den Yaks genutzt wurden, sind in Hektar (ha) angegeben.

Zusätzlich zur der Home Range der Tiere wurden die zurückgelegten Wegstrecken ermittelt. Diese Berechnung erfolgte mit dem Satz des Pythagoras. Dafür wurde der Abstand von zwei aufeinanderfolgenden Positionspunkten über verschiedene Koordinaten berechnet. Aus den einzelnen Wegstrecken wurden anschließend tägliche und monatliche arithmetische Mittel-

werte gebildet und graphisch dargestellt. Um die täglichen Aktivitätsmuster besser interpretieren zu können, wurden zudem die Grenzen von Sonnenaufgang und -untergang durch Linien markiert. Die Daten wurden als Säulen- und Liniendiagramm graphisch dargestellt.

Weiterhin wurde der Aufenthalt der Tiere in verschiedenen Höhenanlagen während des Versuchszeitraums ermittelt. Dafür wurden Mittelwert, Spannweite sowie der Minimal- und Maximalwertes pro Tag, Monat und Jahr berechnet und als Säulen- und Liniendiagramm dargestellt.

Für die Analyse saisonaler Unterschiede im Habitats- und Bewegungsverhalten wurden die ermittelten Daten nach Sommer- und Winterperioden mit je drei Phasen unterteilt. Diese sind in Tabelle 6 veranschaulicht.

**Tabelle 6: Definition der auswertungsrelevanten Zeitintervalle**

Periode	Phase		
	Früh-	Mittel-	End-
<b>Sommer</b>	01.06. – 30.06.	01.07. – 04.08.	05.08. – 30.09.
<b>Winter</b>	01.10. – 30.11.	01.12. – 31.03.	01.04. – 31.05.

### 3.3.2 Grase- und Ruheverhalten

#### 3.3.2.1 Erfassung des Grase- und Ruheverhaltens

Um das Grase- und Ruheverhalten erfassen zu können, wurde die tierindividuelle Verhaltensanalyse durch direkte- und videogestützte Beobachtungen bei den Fokustieren durchgeführt. Die Verhaltensbeobachtung fand in den Jahren 2009 und 2015 während der Sommerperiode statt. Die Aufnahmezeit begann um 7:00 Uhr und endete in der Regel um 19:00 Uhr. Dabei wurde von allen Fokustieren im Abstand von 15 min das Verhalten auf der Weidefläche in einem Erhebungsbogen dokumentiert. Die Yakkühe wurden aus einer Entfernung von etwa 100 m mit Hilfe eines Fernglases beobachtet. Ebenso wurden die Umweltbedingungen (Wetter, Gebietskulisse) bei jeder Datenaufnahme als Interpretationshilfe für das Tierverhalten notiert. Insgesamt wurden in den 2 Versuchsjahren die Tiere an 12 Tagen über 147 Stunden beobachtet.

Die einzelnen Verhaltensweisen sind zu den Merkmalen Grasen, Ruhen und Sonstiges zusammengefasst worden (Tabelle 7). Die direkte Beobachtung wurde durch die Videoaufnahmen begleitet.

**Tabelle 7: Übersicht über alle beobachteten Merkmale**

<b>Verhaltensweise</b>	<b>Beobachtete Merkmale</b>
<b>Grasen</b>	Stehen und Grasen, langsame Fortbewegung und Grasen, Futtersuche und Grasen
<b>Ruhen</b>	Ruhen im Stehen/ im Liegen unabhängig von Bauch- oder Seitenlage
<b>Sonstiges</b>	Abkalben, Kalbsuche, Saugvorgang, Koten und Harnen, Wasseraufnahme, Treiben zu Gehege, Körperpflege

### 3.3.2.2 Auswertung des Grase- und Ruheverhaltens

Alle Daten der Erhebungsbögen wurden in das Tabellenkalkulationsprogramm „Microsoft Office Excel“ eingegeben und aufbereitet. Um die definierte Verhaltensweise der Yaks zu bestimmen, wurde die jeweilige Dauer der einzelnen Merkmale in dem gesamten beobachteten Zeitraum ermittelt. Weiterhin wurden auch die täglichen Verhaltensweisen betrachtet. Anschließend erfolgte die deskriptive statistische Auswertung. Im Zuge dessen wurde der Mittelwert, der Minimal- und der Maximalwert berechnet und in Form von Säulen- und Liniendiagramm dargestellt.

### 3.3.3 Lebendmasseentwicklung

#### 3.3.3.1 Erfassung der Lebendmasse

Für die Analyse der Lebendmasseentwicklung sind 2012 20 Tiere im Alter von etwa 18 Monaten ausgewählt und mit Ohrmarken gekennzeichnet worden. Für die Erfassung der Lebendmasse wurde eine Waage genutzt, die aus einem Selbstbausatz (BOSCHE RTW 2510) und eine vor Ort gefertigten Wiegeplattform bestand (Abbildung 11). Die Wiegetermine wurden so ausgewählt, dass die Lebendmasse der Tiere jeweils am Ende der Sommer- und der Winterperiode erfasst wurden.



**Abbildung 11: Kennzeichnung und Wägung der Yaks**

### 3.3.3.2 Auswertung der Lebendmasse

Die ermittelten Daten wurden hinsichtlich einer Veränderung der Lebendmasse in Sommer- und Winterperiode statistisch untersucht. Von insgesamt 20 Yaks standen im Verlaufe des Versuchszeitraumes die Gewichtsdaten von 18 Tieren zur Verfügung. Die Versuchstiere wurden ab einem Alter von 35 Monaten in zwei Gruppen unterteilt: tragend ( $n = 7$ ) und nicht tragend ( $n = 11$ ). Es wurden die durchschnittlichen Zunahmen pro Tag sowie die relative Lebendmasseveränderungen in den Sommer- und Winterperioden berechnet. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm SAS 10.2. Die Ergebnisse wurden in Form von Box - Whisker - Plots dargestellt.

## 3.3.4 Vegetationsanalyse

### 3.3.4.1 Analyse von Futterwert und Ertrag

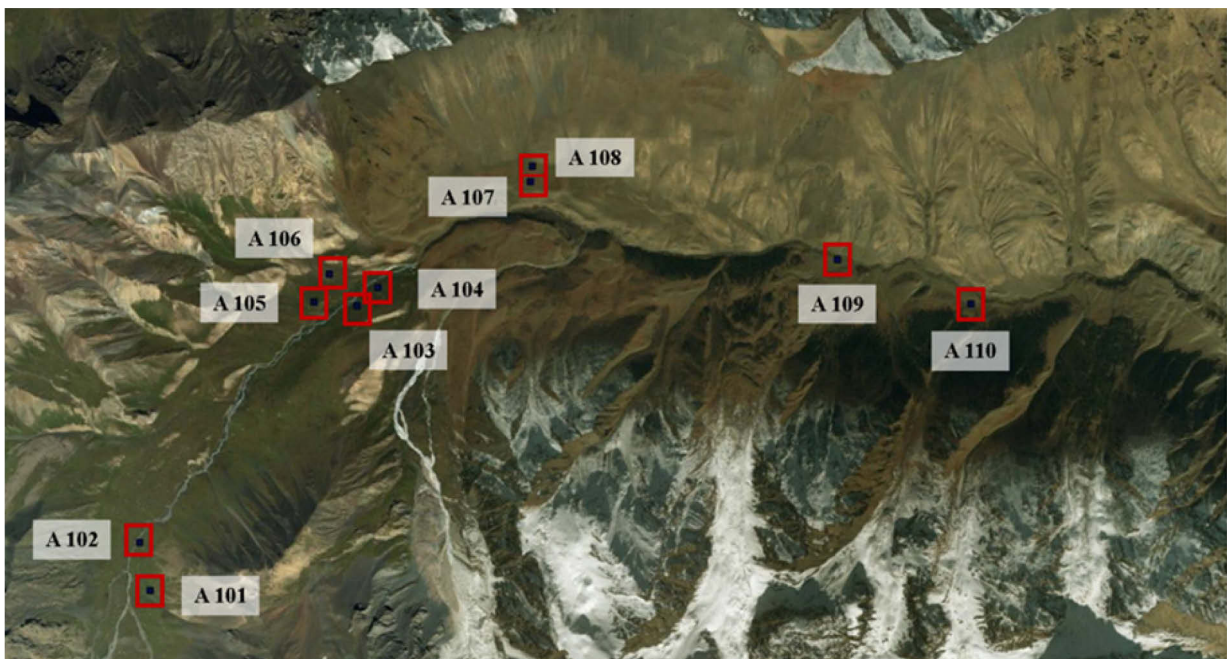
Die Vegetationsanalyse diente der Charakterisierung des Ernährungspotentials der Hochgebirgsweide und sollte mögliche Präferenzen der Yaks für die einzelnen Weideareale erklären. Dazu wurden vor Beginn der Vegetationsperiode 10 „Weidekäfige“ (Abbildung 12) über das gesamte Habitat verteilt, um den sich darunter entwickelnden Aufwuchs messen zu können. Die Weidekäfige überdeckten eine Fläche von  $1 \text{ m}^2$ .





**Abbildung 12: Weidekäfig für die Vegetationsanalyse**

Die Standorte der Weidekäfige wurden mit GPS vermessen und kartiert (Abbildung 13). Dabei wurden besonders die Areale berücksichtigt, die in den Untersuchungsjahren zuvor überdurchschnittlich häufig von den Tieren aufgesucht wurden.



**Abbildung 13: Standorte der Weidekäfige auf der Weidefläche**

Die Vegetationsanalysen fanden am 21.06.2015 und am 15.09.2015 statt. Sie wurden mit Unterstützung durch eine wissenschaftliche Mitarbeiterin des kirgisischen Forschungsinstituts

für Tierhaltung und Weidewirtschaft durchgeführt. Dazu wurden die Pflanzenarten sowie spezifische Bodendeckungen (Moose, Flechten, Pflanzenreste) nach der Methode BRAUN BLANQUET (1951) bestimmt. Für die Abschätzung der Ertragsanteile jeder Pflanzenart wurde die KLAPP - STÄHLIN Methode (1936) verwendet. Die Pflanzenbiomasse wurde mit einer Schere geerntet und gewogen. Insgesamt wurden je Untersuchungstermin 20 Pflanzenproben gezogen. Sie wurden spätestens nach 24 Stunden bei 60 °C im Labor der Kirgisischen Nationalen Agraruniversität getrocknet und damit für die Futtermittelanalyse in Berlin vorbereitet.

### 3.3.4.2 Auswertung des Futterwertes und Ertrages

Für die Auswertung der Vegetation lagen die Daten von 10 Weidekäfigen vor; jeweils zwei Weidekäfige wurden zusammengefasst, so dass 5 Standorte analysiert wurden. An den 5 untersuchten Standorten wurden die Anteile von Süßgräsern, Sauergräsern, Kräutern und Moosen an der Gesamtbiomasse ermittelt. Auf der Grundlage der gewogenen Pflanzenproben wurde die Erträge in dt TM/ha für die 5 Standorte geschätzt.

Die standartmäßige Futtermittelanalytik erfolgte im Gemeinschaftslabor Analytik des Albrecht Daniel Thaer - Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften. Die Parameter Trockenmasse (TM), Rohprotein (XP), Rohfett (XL), Rohfaser (XF), Rohasche (XA) wurde nach den VDLUFA (Verband deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalt; 2011) bestimmt. Die Bestimmung der Gerüstsubstanz ( $ADF_{om}$ ) erfolgte nach Van Soest. Weiterhin wurde die enzymlösliche organische Substanz (ELOS) im Labor des Landeskontrollverbandes Berlin/ Brandenburg analysiert.

Die metabolische Energie (ME) wurde mit der Schätzgleichung für Wiederkäuer auf Basis ELOS (GfE 2009) berechnet:

$$\begin{aligned}
 \text{ME (MJ/kg TM)} &= 5,51 \\
 &+ 0,00828 * \text{ELOS (g/kg TM)} \\
 &- 0,00511 * \text{XA (g/kg TM)} \\
 &+ 0,02507 * \text{XL (g/kg TM)} \\
 &- 0,00392 * \text{ADF}_{om} \text{ (g/kg TM)}
 \end{aligned}$$

### **3.3.5 Zusammenfassung der statistischen Auswertungen**

Alle aufgenommenen Daten wurden in das Tabellenkalkulationsprogramm „Microsoft Office Excel“ eingegeben und aufbereitet. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte unter Anwendung des Statistikprogrammpakets SAS 9.2. Die graphische Darstellung wurde mittels „Microsoft Office Excel“ und dem Programm KyPlot 5.0 (KyensLab Inc.) erstellt.

Im Zuge der deskriptiven Statistik erfolgte die Berechnung der Kenngrößen Mittelwert, Minimum, Maximum und Standardabweichung. Zur graphischen Darstellung der Ergebnisse wurde Säulen- und Liniendiagramme sowie Box - Whisker - Plots gewählt.

Die statistische Analyse begann mit dem Test auf Normalverteilung. Zusätzlich wurde mit Hilfe von QQ Plots (Quantil – Quantil - Grafiken) eine Prüfung der standardisierten Residuen auf Normalverteilung durchgeführt. Die Mittelwertdifferenzen sind durch den t-Test auf Signifikanz geprüft worden. Die Veränderungen wurden als signifikant betrachtet, wenn  $p < 0,05$  und als hoch signifikant, wenn  $p < 0,001$  war.

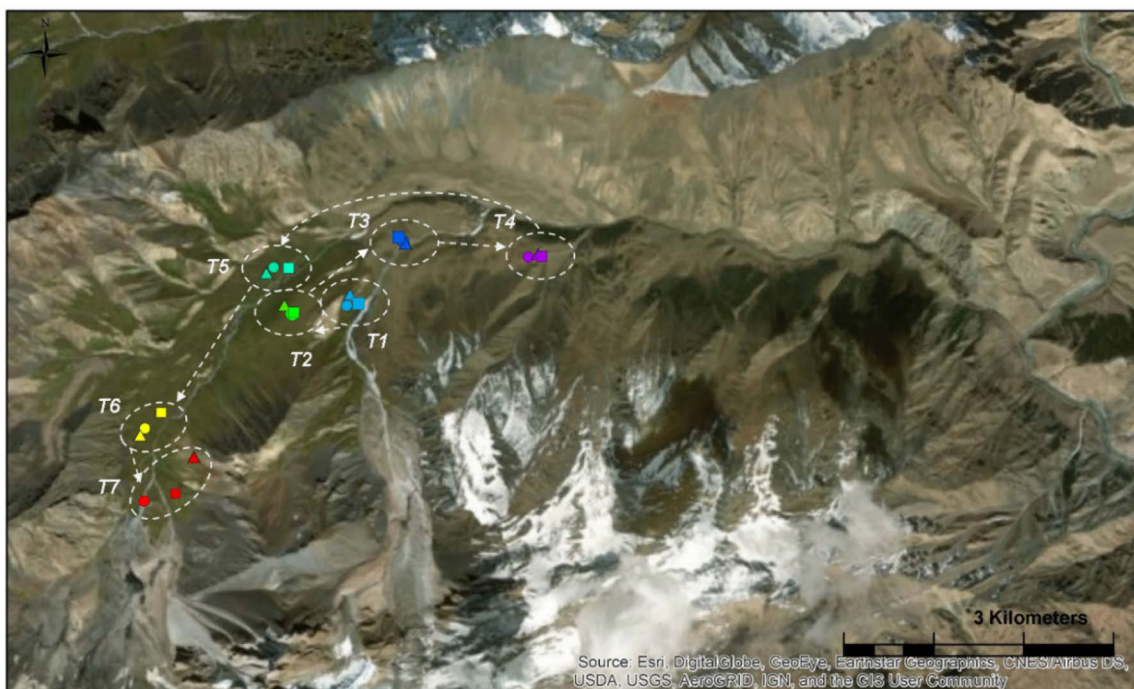


## 4. Ergebnisse

Die Ergebnisse gliedern sich in fünf Bereiche: *Habitatsverhalten*, *Bewegungsverhalten*, *Grase- und Ruheverhalten*, *Lebendmasseentwicklung* und *Vegetationsanalyse*. Die Kapitel *Habitatsverhalten* sowie *Bewegungsverhalten* basieren auf den Daten, die mit Hilfe der GPS - Empfänger analysiert worden sind. Der Abschnitt *Grase- und Ruheverhalten* enthält die Ergebnisse, die durch Direktbeobachtungen und Videoaufnahmen generiert worden sind. Außerdem wurde die *Lebendmasseentwicklung* einer Gruppe von Yaks zwischen dem 18. und 54. Lebensmonat untersucht. Dazu sind die Tiere 2 Mal im Jahr gewogen worden. Im Kapitel *Vegetationsanalyse* werden die Ergebnisse der Ertragsschätzung und der Futterwertbestimmung des Weideaufwuchses in verschiedenen Bereichen des Weidegebietes vorgestellt.

### 4.1 Habitatsverhalten der Yaks

Um bei der Analyse des Habitatsverhaltens der Yakherde von den mit GPS-Empfängern ausgestatteten Tieren auf die gesamte Gruppe schließen zu können, wurde zunächst untersucht, in welchen Entfernungen sich die Tiere zueinander auf der Weidefläche aufhalten. Die Abbildung 14 zeigt die interindividuellen Distanzen der Fokustiere, sowie die von ihnen täglich genutzten Weideareale während 7 aufeinanderfolgenden Tagen jeweils um 15:00 Uhr. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Yaks ein „enges Gehüt“ praktizieren.



**Abbildung 14: Interindividuelle Distanzen von drei Fokustieren innerhalb einer Woche (Tag 1 bis Tag 7)**

Die Größe der genutzten Areale variierte zwischen 0,6 ha und 9,9 ha (Tabelle 8), wobei die mittlere Entfernung zueinander im Durchschnitt der 7 Tage 180 m betrug. Gestützt auf diese Ergebnisse und auf die Angaben aus der Literatur (BELYAEV 1980, SAMBRAUS 1998, WIENER 2003/06) wird im Folgenden angenommen, dass das ortsbezogene Verhalten der Fokustiere die gesamte Yak Herde repräsentiert.

**Tabelle 8: Größe des Aufenthaltsareals und interindividuelle Distanzen von drei Fokustieren an 7 aufeinanderfolgenden Tagen in der Sommerperiode**

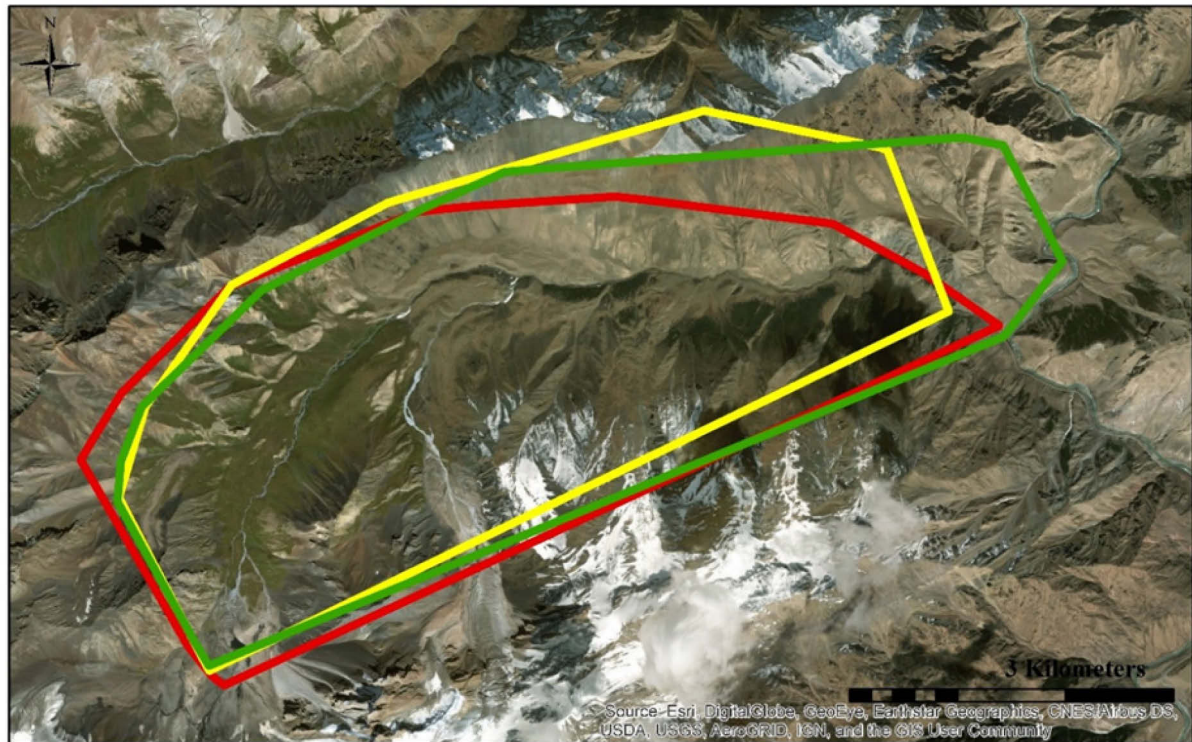
<b>Tage</b>	<b>Areal (ha)</b>	<b>Durchschnittliche Entfernung zwischen den Tieren (m)</b>
T1	1,2	100
T2	0,8	74
T3	0,6	49
T4	1,5	81
T5	1,6	187
T6	2,0	223
T7	9,6	546

#### 4.1.1 Home Range

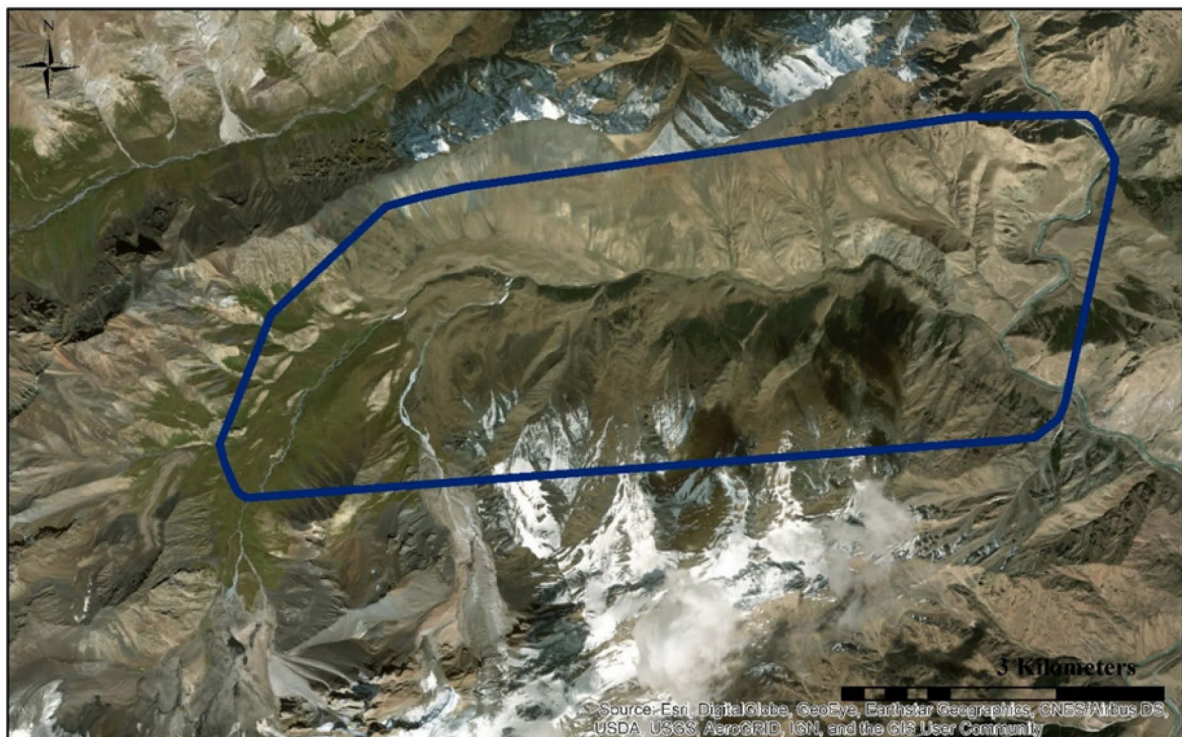
Die Größen und Strukturen der Home Ranges in den untersuchten Sommerperioden sind in Abbildung 15 dargestellt. Die Polygone, die durch die GPS – Daten der Fokustiere generiert wurden sind nahezu deckungsgleich. Sie markieren Gesamtflächen von 2329 ha im Jahr 2008; 2123 ha im Jahr 2009 und 2078 ha im Jahr 2015.

In der einen Winterperiode (2014/15), die analysiert werden konnte wurde ein ähnlich großes Gebiet (2166 ha) von den Tieren genutzt, allerdings mit einer mehr östlich ausgerichteten Lage im Vergleich zu den „Sommer - Home - Ranges“ (Abbildung 16).

Die Datenanalyse mit Hilfe der Berechnung der Kerndichtefunktion zeigt, dass die Yaks die Home Range mit unterschiedlicher Intensität nutzen. Ein unterschiedliches Verteilungsmuster der Beweidungsintensität durch die Tiere lässt sich nachweisen. Die Abbildung 17 stellt die heterogene Nutzungsintensität der Weideareale durch die Yaks in der Sommerperiode des Untersuchungszeitraums dar. Die Verteilungsdichte der Positionspunkte wird durch die Farben Rot für intensive -, Gelb für semi-intensive - und Grün für extensive-Nutzung gekennzeichnet.



**Abbildung 15: Home Range der Yaks in den Sommerperioden 2008 (grün), 2009 (gelb) und 2015 (rot)**



**Abbildung 16: Home Range der Yaks in der Winterperiode (2014/15)**



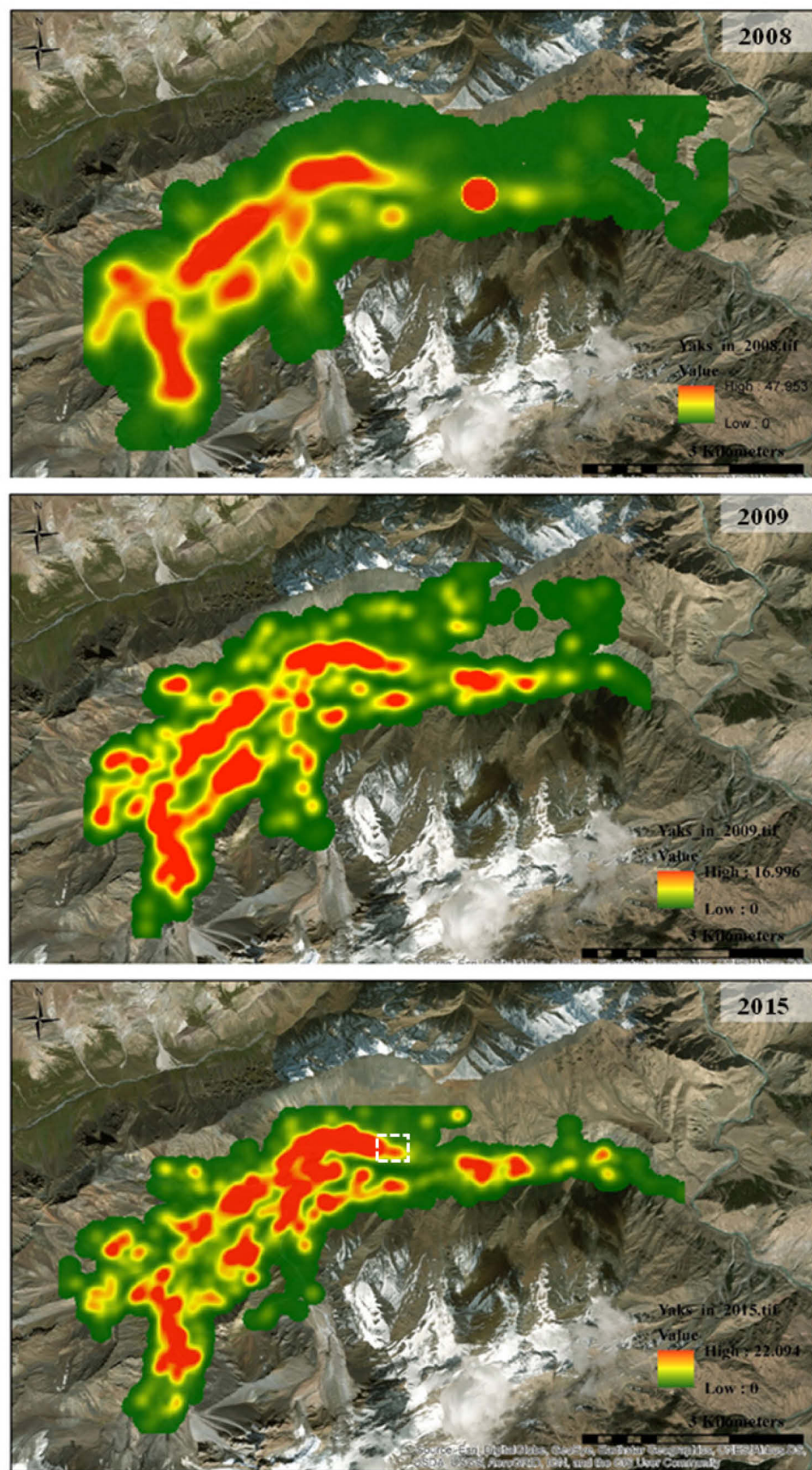
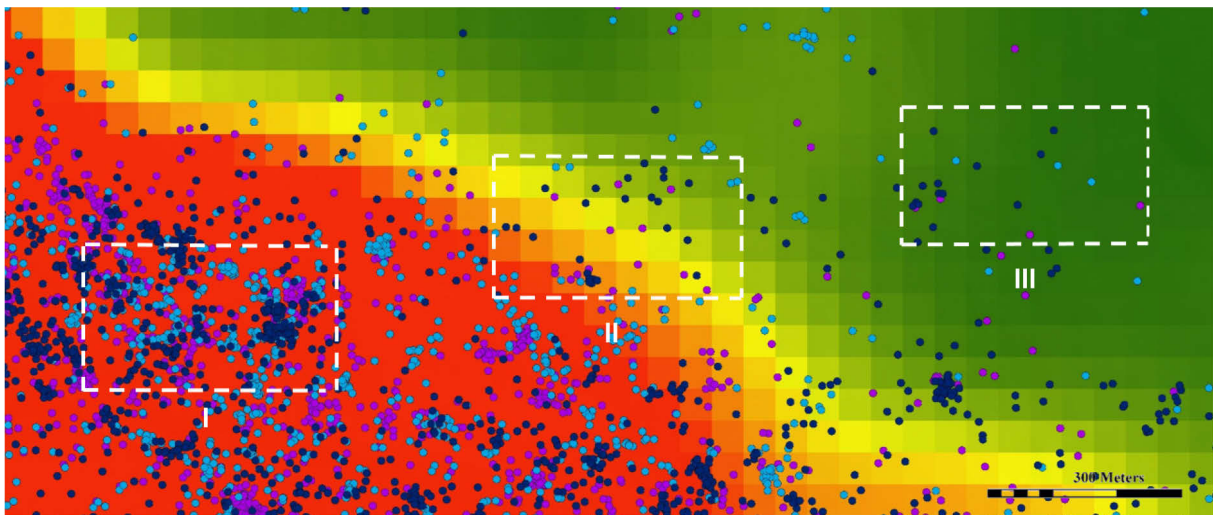


Abbildung 17: Nutzungsintensität der Weideflächen durch die Yaks während der gesamten Sommerperioden (2008, 2009, 2015)

Betrachtet man die Weideflächen mit der höchsten Nutzungsintensität im Jahr 2008, so sind vier Areale zu erkennen. Zwei davon befanden sich in der Nähe der Gehege. Die Größe der intensiv genutzten Weideflächen lag in der Summe bei 281,2 ha. Das kleinste Areal war die Umgebung des Geheges mit 2 ha. Das größte intensiv genutzte Areal nahm eine Fläche von 145,4 ha ein. In den Jahren 2009 und 2015 waren die intensiv beweideten Flächen stärker über das gesamte Gebiet verteilt: die Nutzungsschwerpunkte fanden sich verstärkt auf beiden Seiten des Höhenzuges, in der Nähe der Gehege sowie den Wiesen des Flusstales. Die Gesamtgröße dieser Areale belief sich 2009 auf 394 ha und 2015 auf 255,5 ha.

Auf Grund der stark wechselnden Boden- und Vegetationsverhältnisse auf den Weideflächen ergab sich die Frage, wie die Tiere darauf mit ihrem Weideverhalten reagieren. Dazu wurden exemplarisch aus einem 15 ha großen Areal (s. Markierung in Abbildung 17), drei jeweils 1 ha umfassende aber unterschiedlich beweidete Teilflächen ausgewählt (Abbildung 18). Durch die fokussierte Betrachtung der Verteilungsdichte der Positionspunkte, lassen sich unterschiedliche relative Intensitäten der Beweidung durch die Tiere nachweisen: während die Teilfläche I stark frequentiert wurde (706 Positionspunkte = 86 %) sind die Teilflächen II (90 Positionspunkte = 11 %) und III (27 Positionspunkte = 3 %) deutlich weniger aufgesucht worden.

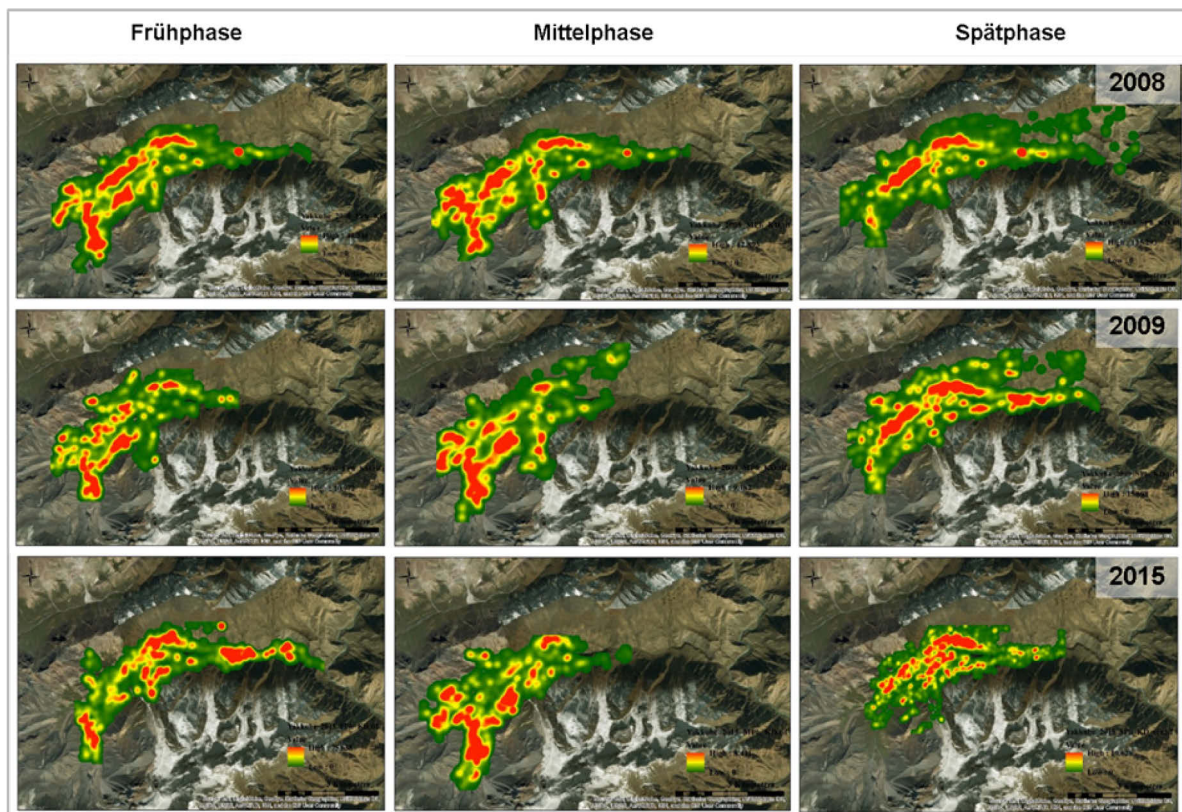


**Abbildung 18: Darstellung der Nutzungsintensität einer exemplarisch ausgewählten Weidefläche durch die Yaks im Verlaufe der Sommerperiode 2015**

Die nachfolgende Abbildung gibt Auskunft über die Nutzungsintensität der Weideflächen während der drei untersuchten Sommerphasen (Abbildung 19).



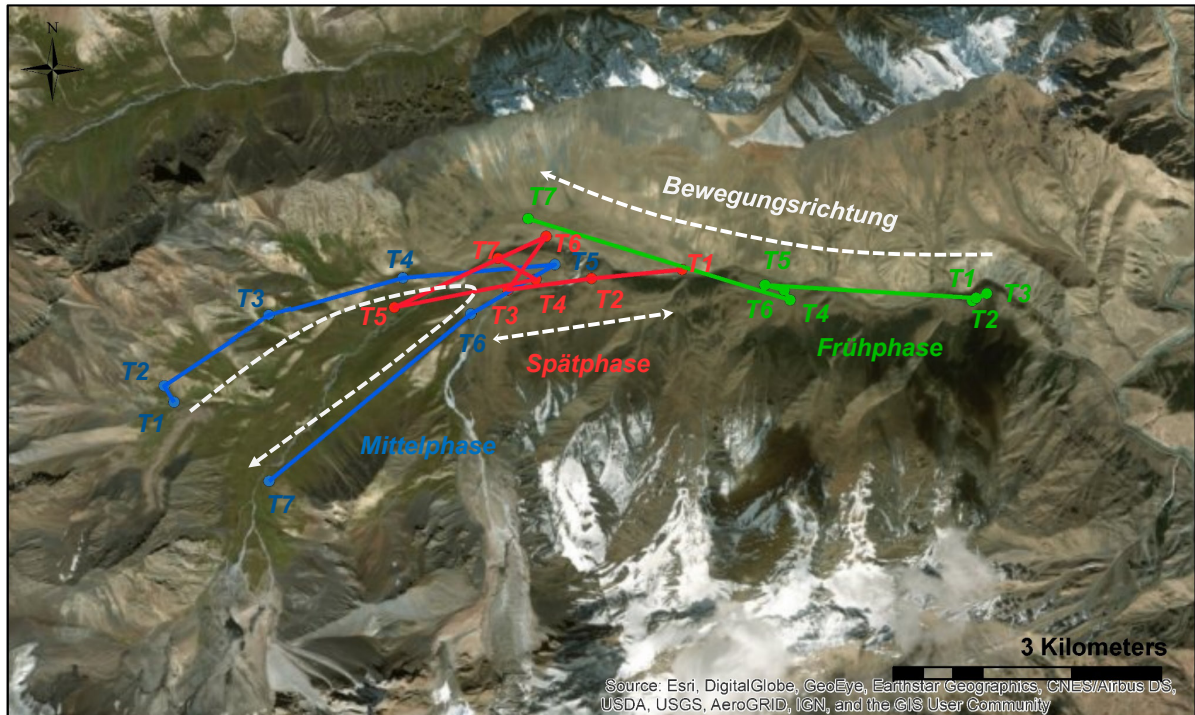
Allgemein kann festgehalten werden, dass sich die Beweidungsintensität in den Sommerphasen der Untersuchungsjahre nur geringfügig voneinander unterschied. In der Frühphase sind überwiegend die Wiesenfläche des nordwestlichen Teils der Home Range aufgesucht worden, wo frisches, saftiges Futter wuchs. Die intensiv genutzten Weideflächen lagen in 2008 bei 183 ha, in 2009 bei 108 ha und in 2015 bei 138 ha. In der Mittelphase konzentrierten sich die Aufenthalte hingegen auf den west- südwestlichen Teil der Home Range. Hier befinden sich ein Gletscher, Schmelzwasserabflüsse und Moorflächen. Die Größen der intensiv genutzten Weideflächen betrugen in 2008 159 ha, in 2009 162 ha und in 2015 136 ha. In der Spätphase sind eher die nördlich gelegenen Weideflächen am häufigsten frequentiert worden. Die Größe der intensiv genutzten Areale betrug 2008, 150 ha; 2009, 145 ha und 2015, 96 ha.



**Abbildung 19: Nutzungsintensität der Weideflächen durch die Yaks während der drei Sommerphasen (2008, 2009, 2015)**

Um zu verdeutlichen in welcher Abfolge die Yaks die Flächen nutzen, wurde der Standortwechsel am Beispiel eines Einzeltieres analysiert. Die nachfolgende Abbildung 20 stellt exemplarisch die Beweidung von Flächen durch ein Yak innerhalb einer Woche dar (Sommerphase 2015). Allgemein kann festgestellt werden, dass das Nahrungsangebot der Weideflächen von Tag zu Tag unterschiedlich genutzt wurde. Täglich hat die Yak-Kuh den Standort gewechselt. In der Frühphase begann das Tier die Beweidung des östlichen Teils der Home Range und

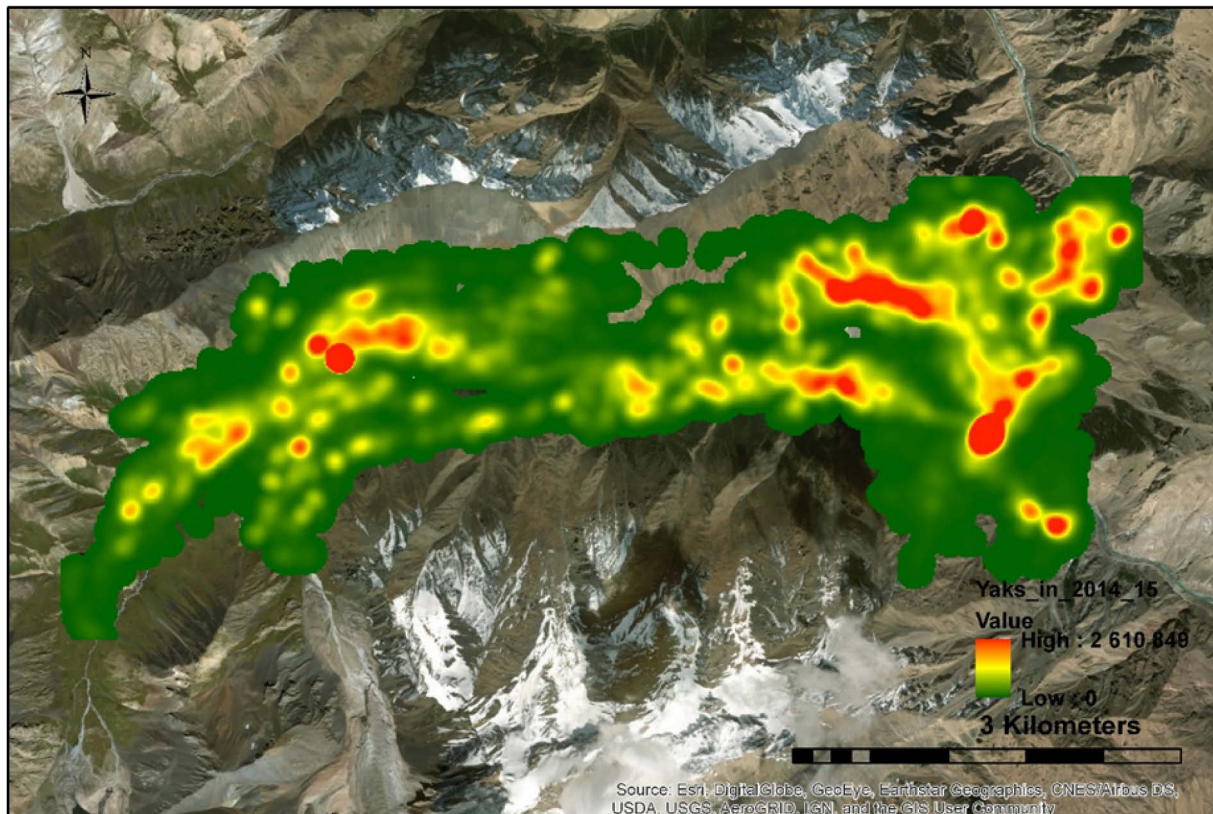
bewegte sich entlang des Flusses auf der Talterrasse. In der Mittelphase wanderte das Tier auf die größeren Weideflächen vom Süd- auf dem Nordhang. Die Weideflächen in der Nähe der Gletscher wurden dabei vorwiegend aufgesucht. Während der Spätphase hielt sich das Tier auf den Nordhängen und den Moorflächen auf.



**Abbildung 20: Standortwechsel eines Yaks von Tag zu Tag jeweils einer Woche in den Sommerphasen 2015**

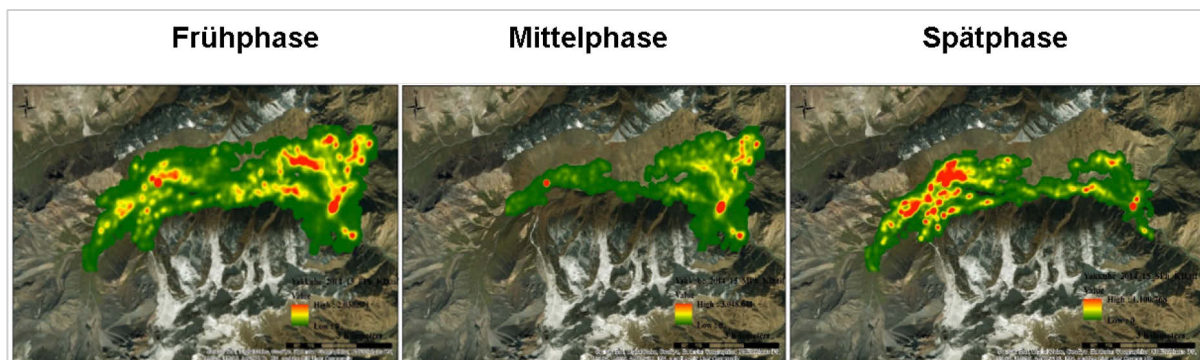
Anders als in der Sommerperiode, sind während der Winterperiode mehrere weniger häufig frequentierte Weideareale aufgesucht worden. Die Nahrungsknappheit und die winterliche Witterung, führten vorwiegend zu einer weitläufigen Nutzung des Südhanges. Die ermittelte Größe der intensiv genutzten Weideflächen in der Winterperiode, lag in Summe bei 180 ha. Dabei schwankt die Größe der einzelnen Flächen zwischen 0,7 bis 37,6 ha. Auskunft über die Nutzungsintensität der Weideflächen durch die Yaks während der gesamten Winterperiode gibt die Abbildung 21.





**Abbildung 21: Nutzungsintensität der Weideflächen durch die Yaks während der gesamten Winterperiode (2014/15)**

Die Beweidungsintensität in den einzelnen Winterphasen zeigt unterschiedliche Nutzung der Home Ranges. In der Abbildung 22 ist deutlich zu erkennen, dass während der milden Winterfrühphase, die Yaks ein wesentlich größeres Weideareal nutzen als in der harten und durch große Nahrungsknappheit geprägten Mittelfase. Dagegen zeigt sich im Spätwinter wieder eine Erweiterung der aufgesuchten Flächen.



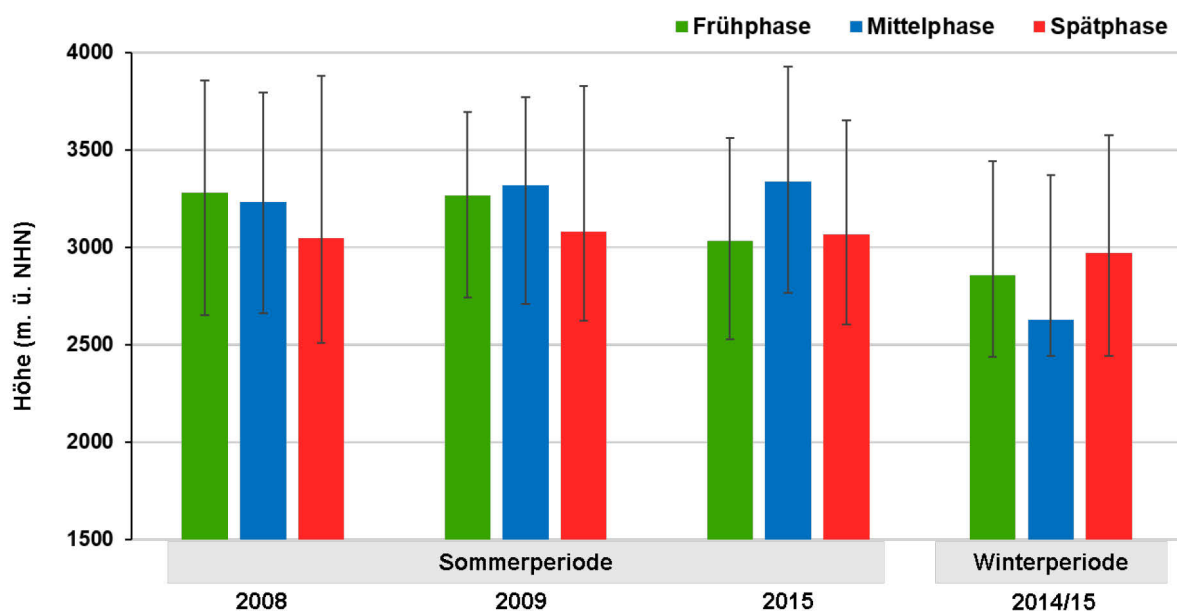
**Abbildung 22: Nutzungsintensität der Weideflächen durch die Yaks während der drei Winterphasen (2014/15)**



Die Größe der intensiv genutzten Weideareale umfassten in der Frühphase 43,2 ha, in der Mittelphase 48,3 ha und in der Spätphase 126,5 ha. Bei der Betrachtung der Entwicklung der Nutzungsintensität der Weideareale zeigt sich, dass die am intensivsten beweidete Flächen in der Nähe der Gehege liegen. Anders als im Sommer grasten die Tiere nur tagsüber, und abends wurden sie ins Gehege getrieben. Das beweidete Areal in der Mittelphase reduziert sich im Verhältnis zu der Früh- und Spätphase stark und befindet sich überwiegend im östlichen Teil der Home Range. Mit einsetzender Vegetationsperiode in der Spätphase des Winters findet ein erneuter Wechsel der Weideflächen in Richtung Nordwesten statt.

#### 4.1.2 Jahreszeitlicher Verlauf des Aufenthaltes in verschiedenen Höhenlagen

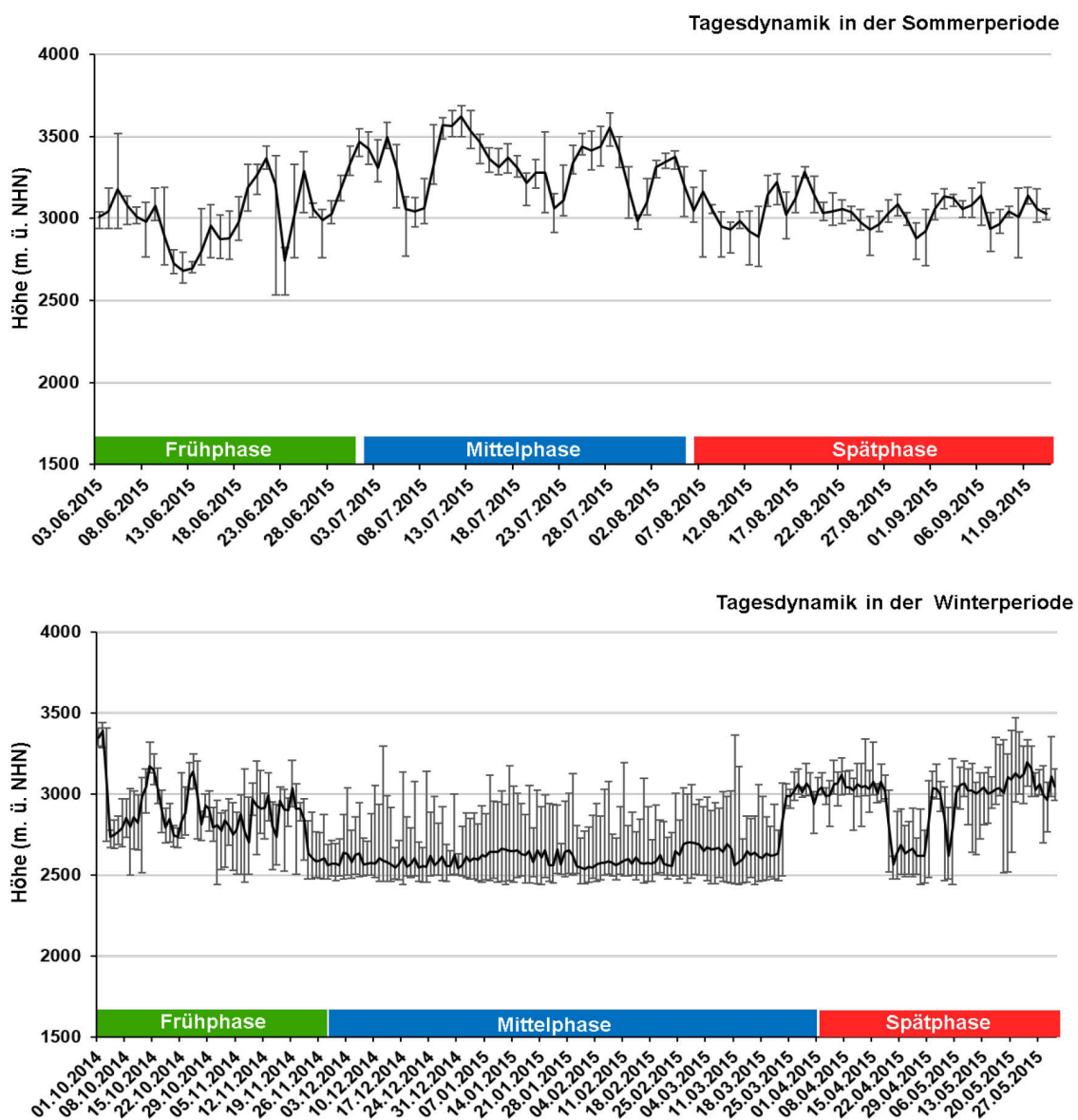
Im folgenden Abschnitt wird das Habitatsverhalten der Yaks bezüglich der Nutzung verschiedener Höhenlagen im Gebirge dargestellt. Alle Angaben erfolgen in "Normalhöhenull" (NHN). In Abbildung 23 sind die durchschnittlichen Höhen der Aufenthaltsbereiche in den Versuchsjahren dargestellt. Es ist ersichtlich, dass die Tiere in der Sommerperiode deutlich höher gelegene Weideflächen aufsuchen als im Winter.



**Abbildung 23: Aufenthalt der Yaks in verschiedenen Höhenlagen während der Sommer- und Winterphasen**

Im den Frühphasen der Sommerperioden von 2008 und 2009 hielten sich die Tiere in einer Höhe von etwa 3250 m auf. 2015 nutzten sie etwa 200 m tiefer gelegene Flächen. In der Mitte des Sommers bevorzugten die Yaks höher gelegene Weideflächen (3230 m bis 3334 m).

Das deutet darauf hin, dass die Tiere bei steigenden Temperaturen die höheren und kühleren Gebiete präferieren. Am Ende der Sommerperiode (Spätphase) bevorzugen sie wieder die etwas tiefer gelegenen Weiden (um 3000 m). Der Trend zur Nutzung tiefer gelegener Flächen setzt sich im Winter fort. Im tiefsten Winter (Mittelphase) werden die Tiere im Gehege bzw. in der Nähe des Geheges gehalten, das auf einem Höhenniveau von etwa 2600 m liegt. Zum Ende des Winters (Spätphase) und mit Beginn des Frühjahrs ziehen die Yaks dann wieder in höher gelegene Regionen. Während die Abbildung 23 die errechneten durchschnittlichen Höhenniveaus der Aufenthaltsbereiche darstellt, wird in der Abbildung 24 gezeigt, dass es innerhalb der Phasen erhebliche Variationen im Höhenlevel gab.

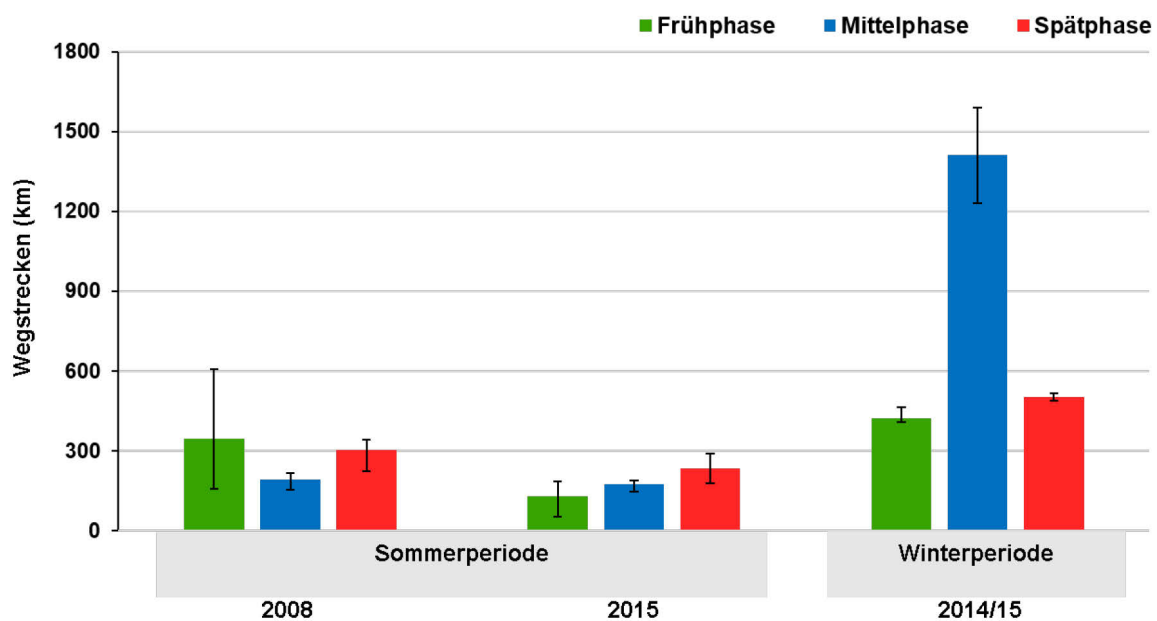


**Abbildung 24: Vergleich der Tagesdynamik des Aufenthaltes in verschiedenen Höhenlagen in den Sommer- und Winterphase**

Die im Tagesrhythmus aus den GPS – Daten selektierten Standorte am Beispiel eines Tieres zeigen, dass die Yaks innerhalb der jahreszeitlichen Phasen die Höhenlagen häufig wechselten. Die Spannweiten bei den Höhen der ermittelten Standorte machen deutlich, dass die Tiere auch innerhalb kürzerer Zeiträume zwischen unterschiedlichen Höhengniveaus wechseln. Dennoch sind sowohl im Sommer als auch im Winter die Unterschiede zwischen den einzelnen Phasen offensichtlich.

## 4.2 Lokomotion

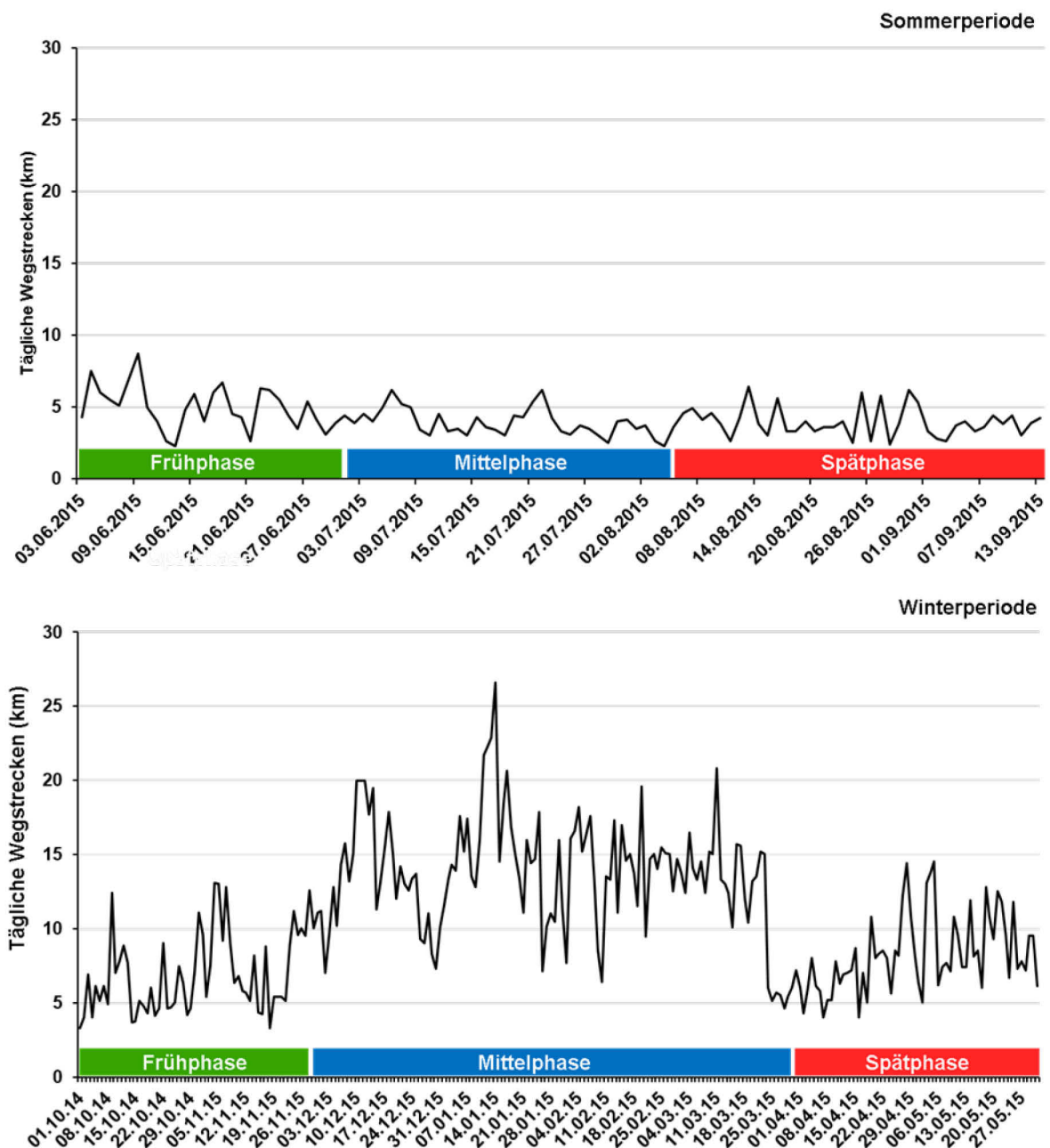
Die Analyse des Bewegungsverhaltens der Yaks beruht auf den errechneten Wegstrecken, die die Tiere innerhalb eines Zeitrahmens zurückgelegt haben. Es zeigen sich erhebliche Unterschiede zwischen den Werten für Sommer- und Winterperioden (Abbildung 25).



**Abbildung 25: Durchschnittliche Wegstrecken (km) von Yaks in den Phasen der Sommer- und Winterperioden**

Die vergleichende Betrachtung der aufeinanderfolgenden Winter- (2014/15) und Sommerphasen (2015) ergibt, dass die Fokusstiere in der gesamten Winterperiode (01.10.14 bis 27.05.15) 2334 km zurückgelegt haben. Das sind etwa 10 km pro Tag. In der kürzeren Sommerperiode realisierten die Yaks eine Gesamtstrecke von 540 km. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche tägliche Wegstrecke von 5,3 km. Die differenzierte Betrachtung der einzelnen jahreszeitlichen Phasen zeigt für den Sommer, dass in der Frühphase

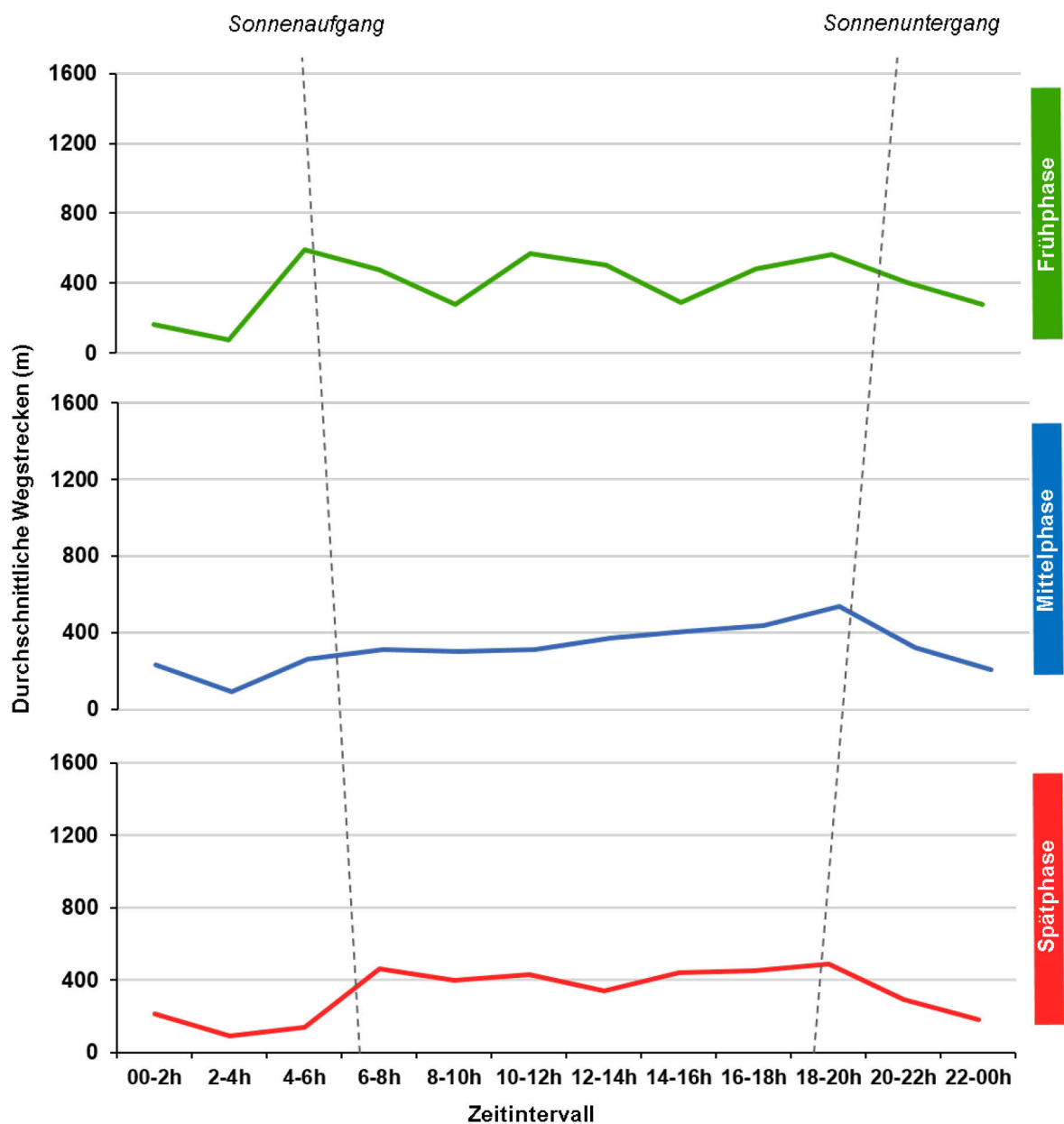
die Tiere am wenigsten laufen und sich später die Wegstrecken kontinuierlich verlängern (131, 174 bzw. 235 km). Ein anderes Bild ergibt sich bei der Betrachtung der Wegstrecken in der Winterperiode. Hier legen die Tiere deutlich längere Distanzen zurück. Besonders die mittlere Phase von Dezember bis März fällt durch die längeren Wege auf. Die Variation der täglich absolvierten Strecken - exemplarisch für ein Tier - wird in Abbildung 26 dargestellt.



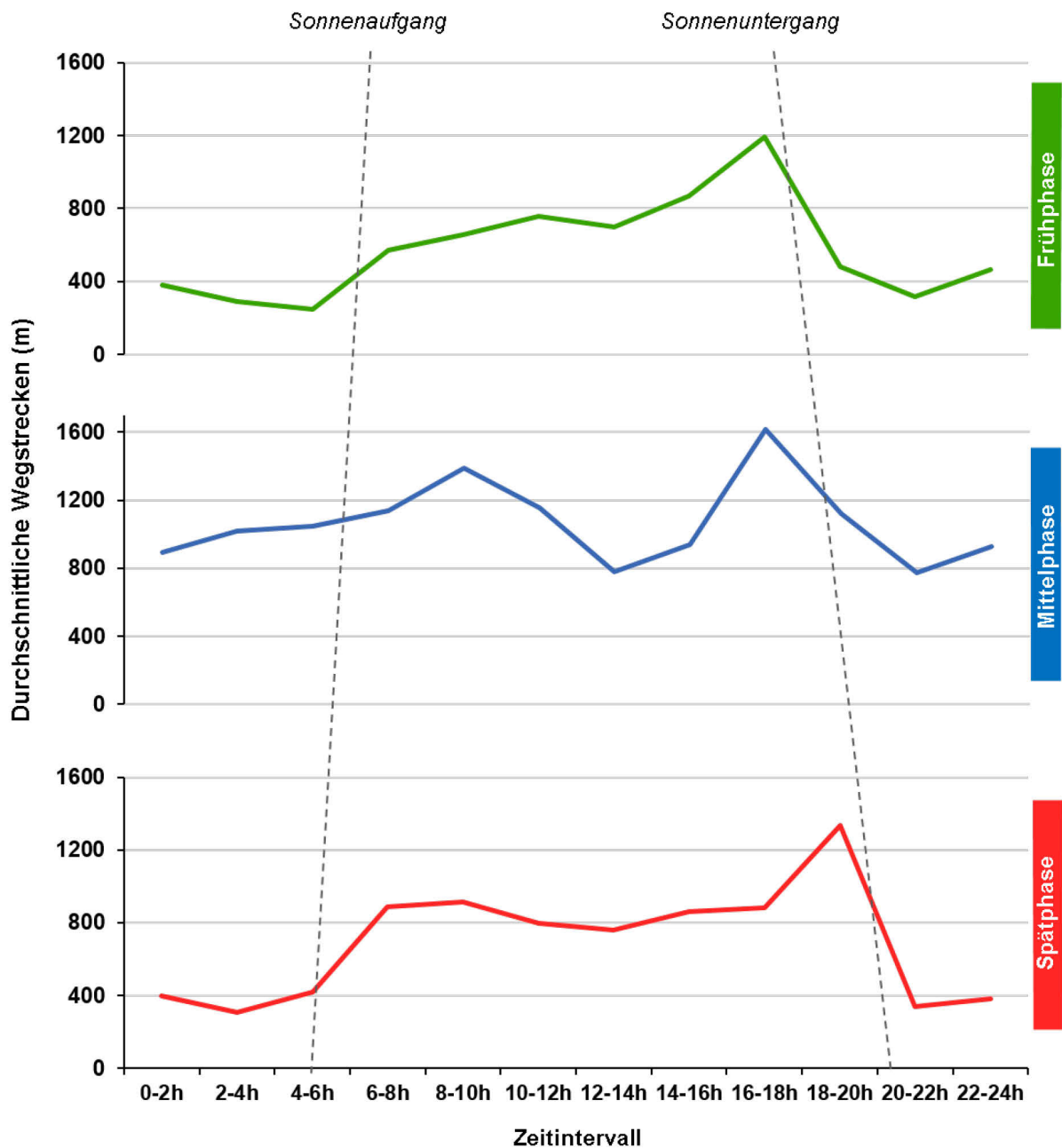
**Abbildung 26: Vergleich der Dynamik von täglichen Wegstrecken in den Phasen der Winter- und Sommerperiode**

In der Sommerperiode sind die Veränderungen der Lokomotion von Tag zu Tag relativ gering. Es sind auch nur geringe Unterschiede zwischen den Phasen zu erkennen. Dagegen schwanken die täglich zurückgelegten Wegstrecken im Winter erheblich. Insbesondere im tiefsten Winter, von Dezember bis März ist die Variation sehr groß. Die Schwankungsbreite liegt zwischen 5 und etwa 20 km pro Tag.

Die Verteilungen der Bewegungsaktivitäten über den Lichttag sind in den Abbildung 27 und Abbildung 28 dargestellt. In den Sommerphasen ist eine relativ gleichmäßige Verteilung der Lokomotion zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang zu beobachten.



**Abbildung 27: Durchschnittliche tägliche Wegstrecken innerhalb eines 2-h- Zeitintervalls in den Sommerphasen in 2015**



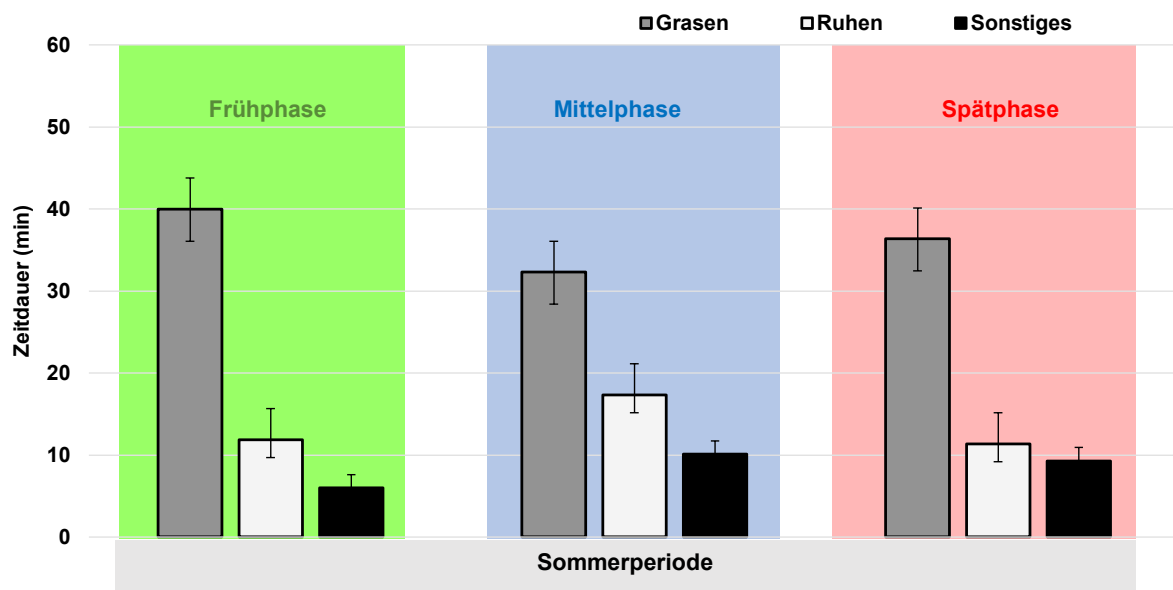
**Abbildung 28: Durchschnittliche tägliche Wegstrecken innerhalb eines 2-h-Zeitintervalls in den Winterphasen in 2014/15**

Die Yaks bewegten sich im Sommer innerhalb von 2-h-Intervallen zwischen 340 und 600 m. Dabei sind die Strecken relativ gleichmäßig über den Tag verteilt. Im Winter dagegen sind die zurückgelegten Wege innerhalb der Zeitintervalle deutlich länger als im Sommer. Das trifft besonders für die mittlere Phase zu. Hier liefen die Tiere zwischen 800 und 1600 m pro 2-h-Intervall. Außerdem waren die Yaks über den gesamten Winter, in allen drei Phasen besonders aktiv unmittelbar vor Sonnenuntergang.

### 4.3 Grase-und Ruheverhalten

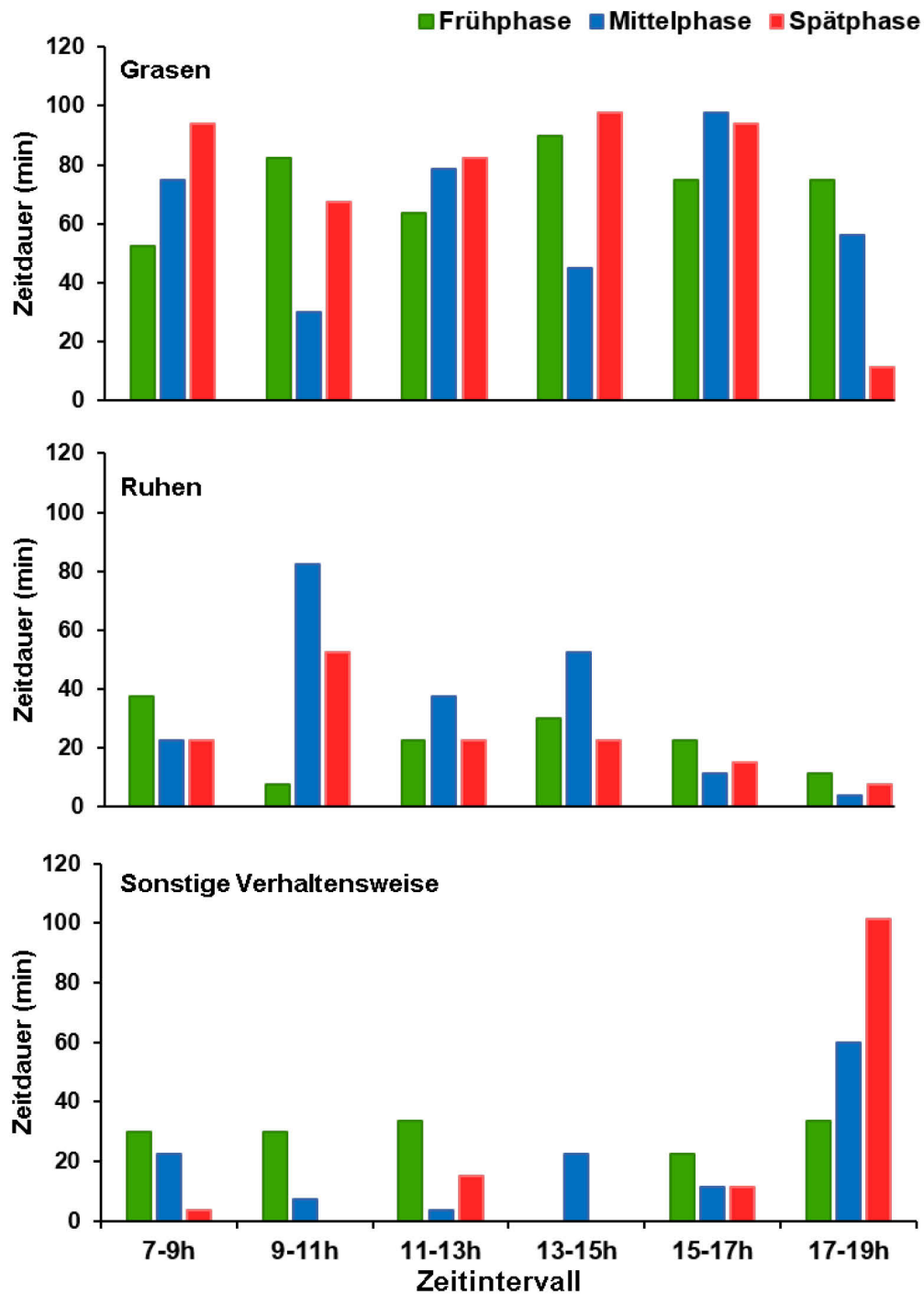
Das Verhalten der Yakkühe auf der Weide wurde in den Sommerperioden 2009 und 2015 durch Direktbeobachtungen analysiert. Der Fokus lag dabei auf das Grase- und Ruheverhalten. Für diese beiden Merkmale wurde ihr Anteil an einer Zeitstunde im Durchschnitt eines Beobachtungstages berechnet. Die dabei bis zur vollen Stunde auftretende Differenz ergab sich dadurch, dass die Tiere noch andere Aktivitäten realisierten (z.B. Lokomotion, Abkalben, Wasseraufnahme, Saugvorgang). Diese Aktivitäten wurden unter „sonstige Verhaltensweisen“ zusammengefasst.

Die Abbildung 29 zeigt, dass in allen Phasen der Sommerperiode die Zeit für das Grasens vergleichsweise den größten Anteil (53 -70%) ausmachte. Bei der Betrachtung der einzelnen Phasen fällt auf, dass in der Früh- und Spätphase des Sommers die Tiere deutlich länger grasten als in der mittleren. Dagegen sind die Zeitanteile für das Ruhen zu Beginn und zum Ende des Sommers geringer als in der Mittelfase.



**Abbildung 29: Durchschnittliche Zeitanteile pro Stunde für Grasens, Ruhen und sonstige Verhaltensweisen zwischen 7:00 und 19:00 Uhr in der Phasen der Sommerperiode (2009 und 2015)**

In der nachfolgender Abbildung 30 wird die mittlere tageszeitliche Verteilung der Verhaltensweisen dargestellt (Sommerperiode 2009).



**Abbildung 30: Durchschnittliche tageszeitliche Verteilung von Grasens, Ruhen und sonstige Verhaltensweisen in den Phasen (Sommerperiode 2009)**

In den Phasen der Sommerperiode verändern die Yaks die zeitliche Verteilung der Futteraufnahme. Die Dauer des Grasens zwischen 7:00 und 19:00 Uhr betrug in der Frühphase 7,3 h. Zwischen 7:00 und 9:00 Uhr wurden eine kurze Graseperioden von 45 min und eine darauffolgende Ruhepause von 38 min beobachtet. Für sonstige Verhaltensweisen nahmen die Yaks 30 min in Anspruch. Die Tiere grasten den ganzen Tag mit kurzen Unterbrechungen



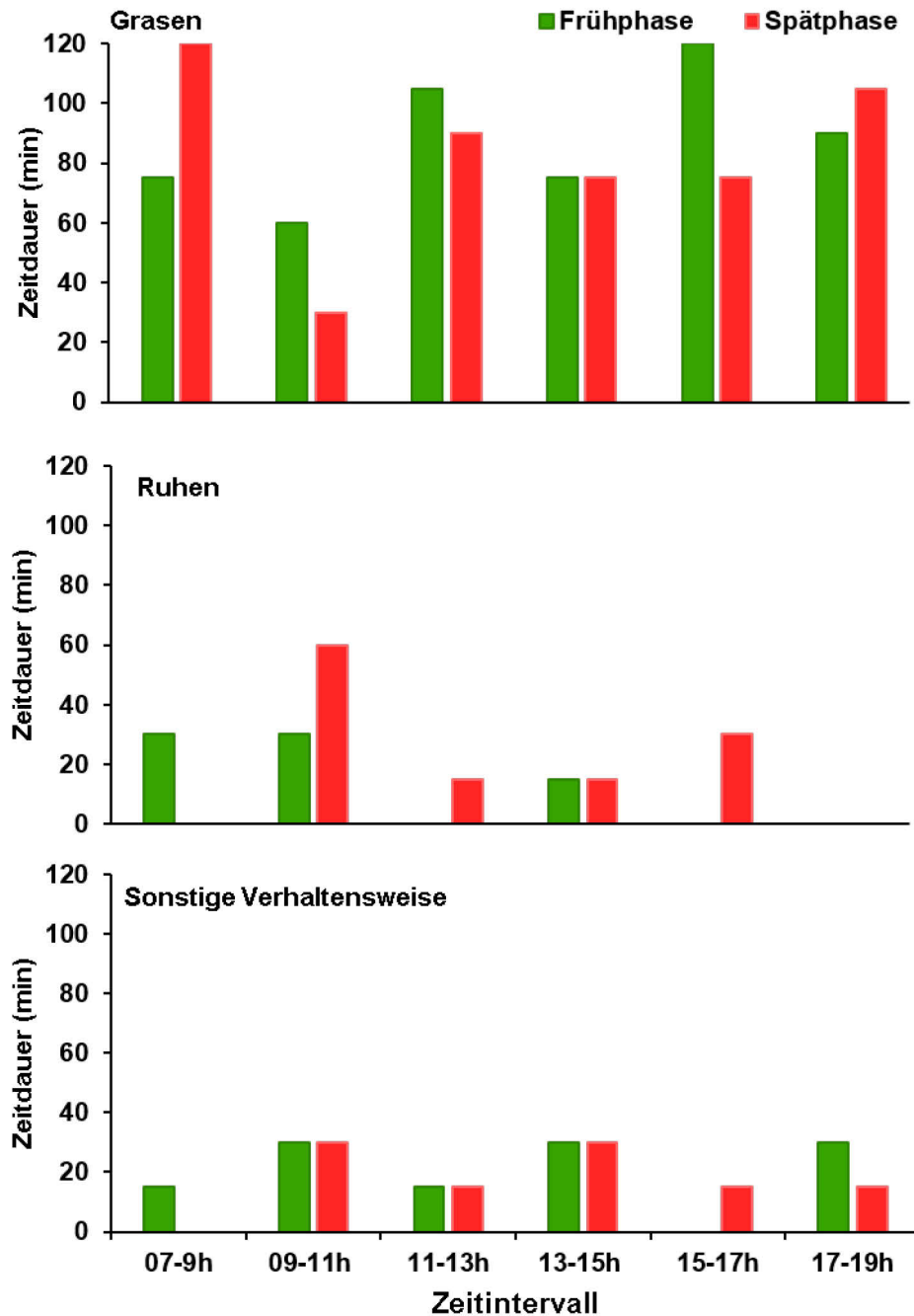
durch sonstige Verhaltensweisen, die täglich 2,5 h einnahmen. Während der Mittelphase wechselten sich kürzere und längere Perioden der Grasaufnahme ab. Zwischen 7:00 und 9:00 Uhr dauerte sie 75 min. Von 11:00 bis 13:00 Uhr verbrachten die Tiere mehr Zeit mit dem Grasen als von 15:00 bis 17:00 Uhr. Im 12 stündigen Beobachtungszeitraum zwischen 7:00 und 19:00 Uhr grasten die Tiere 6,4 h am Tag.

Endsprechend erhöhten sich die Zeitanteile für das Ruhen von 2,2 h in der Frühphase auf 3,5 h in der Mittelphase. Die erste Ruhepause von 23 min erfolgte von 7:00 bis 9:00 Uhr und erreichte ein Maximum von 82 min zwischen 9:00 und 11:00 Uhr. Bis zur Abenddämmerung folgten zwei weitere Ruhepausen. Im Verlaufe der Spätphase ruhten die Tiere 1,1 h weniger als in der Mittelphase. Dabei wurde eine Steigerung der Graseintensität beobachtet. Der Zeitanteil für das Grasen betrug im Durchschnitt 7,4 h am Tag. Die Yaks zeigten ein ausgeprägtes Graseverhalten und erreichten das Maximum von 97 min zwischen 13:00 und 15:00 Uhr. Am Ende des Tages wurde ein höherer Anteil der sonstigen Verhaltensweisen ermittelt.

Ein ähnliches Bild ergibt sich bei der Darstellung der mittleren Zeitanteile in der Früh- und in der Spätphase (in der Mittelphase konnten 2015 keine Beobachtungen durchgeführt werden) der Sommerperiode 2015 (Abbildung 31).

In der Frühphase grasten die Tiere im Durchschnitt 9 h am Tag - und das während aller Zeitintervalle. Es wurden 3 kurze Ruhepausen beobachtet, die insgesamt 1,2 h dauerten. Die sonstigen Verhaltensweisen nahmen insgesamt 2 h in Anspruch.

In der Spätphase waren die Tiere 8,2 h mit dem Grasen beschäftigt. Dabei lagen die Zeiten der intensivsten Futteraufnahme zwischen 7:00 und 9:00 Uhr sowie 17:00 und 19:00 Uhr. Die durchschnittliche Dauer der Ruhepausen betrug 2 h.

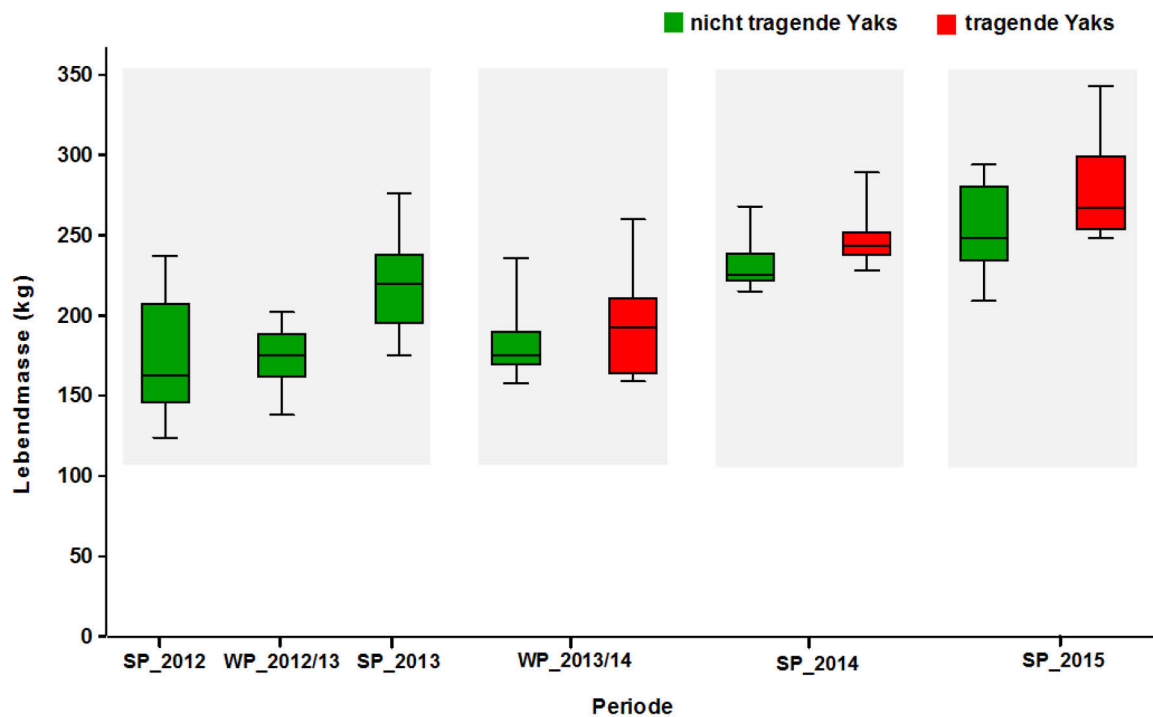


**Abbildung 31: Durchschnittliche tageszeitliche Verteilung von Grasen, Ruhen und sonstige Verhaltensweisen in der Früh- und Spätphase der Sommerperiode 2015**

#### 4.4 Lebensmasseentwicklung von Yakfärsen

Die Entwicklung der Lebendmasse von 18 weiblichen Yaks, die für die Reproduktion der Herde vorgesehen waren, erfolgte über einen Zeitraum von 3 Jahren. Die Tiere gehörten zu einer Geburtskohorte und waren zu Beginn der Untersuchungen etwa 18 Monate alt. Sie wurden jeweils am Ende einer Sommer- bzw. Winterperiode gewogen. Am Ende der Winterperiode

2014/15 war eine Wägung nicht möglich. 7 Tiere der Gruppe kalbten während des Versuches. Für sie wurde retrospektiv der Befruchtungstermin ermittelt. Somit war es möglich, die Gewichtsentwicklung für gleichaltrige tragende und nicht tragende Yaks vergleichend zu analysieren. Die Box-Whisker-Plots in der Abbildung 32 stellen die Lebendmasseentwicklung über den gesamten Untersuchungszeitraum dar.



**Abbildung 32: Lebendmasseentwicklung von nicht tragenden (n = 11) und tragenden (n = 7) Yaks im Altersabschnitt von 18 bis 53 Monaten (SP- Sommerperiode, WP- Winterperiode)**

Das durchschnittliche Lebendmaß der Yaks im Alter von 18 Monaten betrug 176 kg. Nach drei Jahren wogen sie durchschnittlich 252 kg (nicht tragende Tiere). Daraus errechnet sich eine tägliche Zunahme von 60 g. Während die Tiere im Sommer Masse aufbauen konnten, gab es im Winter keinen Zuwachs bzw. sie verloren Körpersubstanz. Die Yaks, die um den 35. Lebensmonat tragend geworden sind, wiesen bis zum Ende des Untersuchungsabschnittes höhere Gewichte als die nicht tragenden auf. Am Ende der Winterperiode 2014 wogen die nichttragenden 187 kg und die tragenden 197 kg. Die Differenz war signifikant ( $p < 0,05$ ). Am Ende Sommers 2014 lagen die Lebendmassen nicht tragender bzw. tragender Tiere bei 232 bzw. 252 kg ( $p < 0,05$ ). Am Ende der Untersuchungen (Sommerperiode 2015) wogen die Yaks, die nicht tragend waren 252 kg. Dagegen waren die Tiere, die inzwischen abgekalbt hatten 287 kg schwer ( $p < 0,01$ ).

In Tabelle 9 ist die durchschnittliche Lebendmasseveränderung (absolut) sowie die relative Lebendmasseveränderung in 3 aufeinanderfolgenden Jahreszeitperioden für den Altersabschnitt von 18 bis 29 Monaten veranschaulicht.

**Tabelle 9: Lebendmasseentwicklung von weiblichen Yaks im Altersabschnitt von 18 bis 29 Lebensmonaten in aufeinanderfolgenden Sommer- und Winterperioden**

Kategorien	SP_2012	WP_2012/13	SP_2013
LM (kg $\pm$ s)	176 $\pm$ 37	175 $\pm$ 17	219 $\pm$ 26
LM Veränderungen (kg $\pm$ s)		- 1 $\pm$ 26	44 $\pm$ 26
Tägliche LM- Entwicklung (g $\pm$ s)		- 9 $\pm$ 201	208 $\pm$ 139
Relative Veränderungen der LM (% $\pm$ s)		- 1 $\pm$ 15	25 $\pm$ 19

In der Winterperiode konnten die Yaks keinen Zuwachs realisieren. Dagegen nahmen sie im folgende Sommer 26 kg zu. Das entspricht einer relativen Gewichtszunahme von 25%. Die weitere Entwicklung nicht tragender Yaksfärsen ab einem Alter von 35 Monaten ist der Tabelle 10 zu entnehmen.

**Tabelle 10: Lebendmasseentwicklung von nicht tragenden weiblichen Yaks (n=11) im Altersabschnitt von 35 bis 53 Monaten in Winter- und Sommerperioden (Fortsetzung von Tabelle 9)**

Kategorien	WP_2013/14	SP_2014	SP_2015
LM (kg $\pm$ s)	176 $\pm$ 15	232 $\pm$ 14	252 $\pm$ 27
LM Veränderungen (kg $\pm$ s)	- 43 $\pm$ 21	56 $\pm$ 17	20 $\pm$ 19
Tägliche LM-Entwicklung (g $\pm$ s)	- 212 $\pm$ 132	330 $\pm$ 100	54 $\pm$ 53
Relative Veränderungen der LM (% $\pm$ s)	- 16 $\pm$ 12	32 $\pm$ 11	8,6 $\pm$ 8

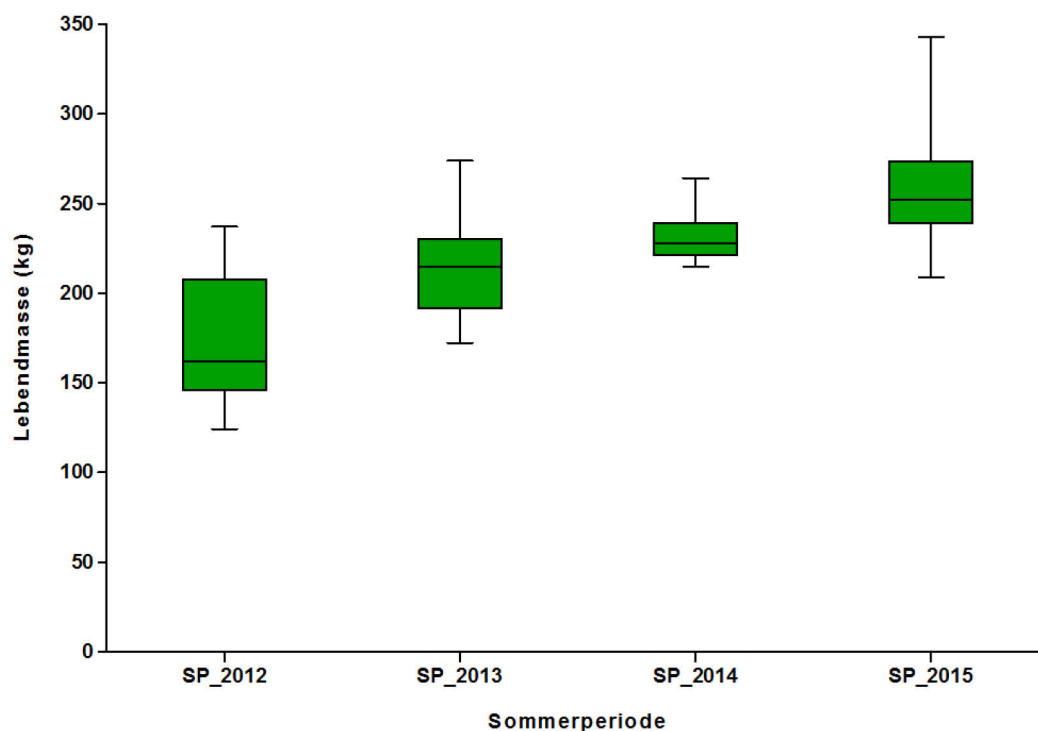
Am Ende der Sommerperiode wogen die Tiere im Durchschnitt 219 kg. Im Winter verloren sie 43 kg und waren damit wieder auf dem Lebendmasseniveau, das sie schon 18 Monate zuvor hatten. In der Winterperiode 2013/14 hatten sie 16% ihrer Körpermaße eingebüßt. Im Sommer 2014 schloss sich eine Periode eines intensiven kompensatorischen Wachstums an, in der die Yaks 330g pro Tag zunahmen. Nach einem Jahr, Ende des Sommers 2015 waren sie 252 kg schwer. Die tragenden Yaks haben im Winter 2013/14 28 kg an Körpermaße verloren (Tabelle 11). Der relative Körpermasseverlust betrug 12%. Im Sommer 2014 nahmen täglich

274 g zu und realisierten eine relative Körpermassezunahme von 32%. Im folgenden Jahr (2015) waren sie Ende des Sommers 287 kg schwer. Das bedeutet eine relative Körpermassezunahme von 14% bezogen auf das Gewicht von 2013.

**Tabelle 11: Lebendmasseentwicklung von tragenden Yaks im Altersabschnitt von 35 bis 53 Monaten in Winter- und Sommerperioden**

Kategorien	WP_2013/14	SP_2014	SP_2015
LM (kg $\pm$ s)	206 $\pm$ 30	252 $\pm$ 19	287 $\pm$ 31
LM Veränderungen (kg $\pm$ s)	-28 $\pm$ 14	46 $\pm$ 14	35 $\pm$ 18
Tägliche LM-Entwicklung (g $\pm$ s)	-174 $\pm$ 88	274 $\pm$ 97	96 $\pm$ 51
Relative Veränderungen der LM (% $\pm$ s)	-12 $\pm$ 8	32 $\pm$ 11	14 $\pm$ 5

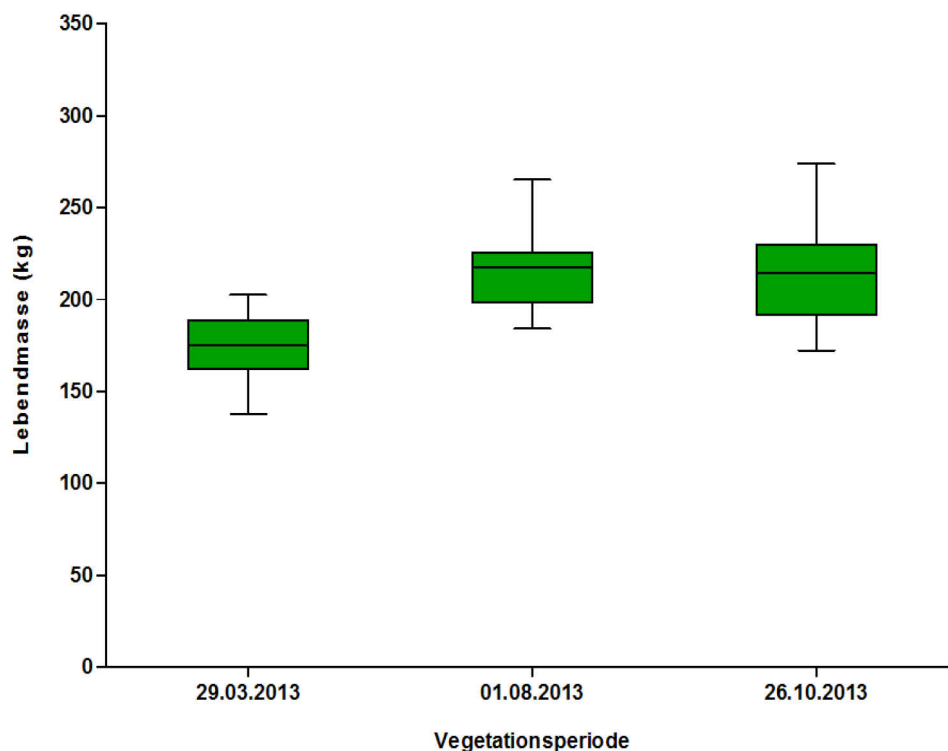
In der folgenden Abbildung 33 werden Veränderungen der Körpermasse in den aufeinanderfolgenden Sommerperioden dargestellt. Dabei sind nur die Tiere berücksichtigt, die nicht tragend waren. Im Sommer bauten die Yaks Körpermaße auf und konnten den Verlust aus dem Winter auffüllen und zusätzliche Körpersubstanz aufbauen. Die Zuwächse von Sommer zu Sommer betrugen 43, 13 und 20 kg.



**Abbildung 33: Lebendmassen von nicht tragenden Yaks am Ende der Sommerperioden (SP) von 2012 bis 2015**

Aufgrund einer zusätzlichen Wägung innerhalb der Vegetationsperiode 2013 kann näherungsweise darauf geschlossen werden, in welchem Zeitabschnitt der Hauptanteil des kompensatorischen Wachstums stattfindet. In Abbildung 34 sind die Lebendmassen am Ende des Winters, in der Mitte und am Ende der Vegetationsperiode 2013 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Tiere bereits im August das finale Körpergewicht der Saison erreicht hatten.

Vor Beginn der Vegetationsperiode betrug die Lebendmasse im Durchschnitt 175 kg. Zwischen Ende März und Ende Juli nahmen die Tiere im Durchschnitt täglich 216 g zu und waren am 1. August durchschnittlich 217,4 kg schwer. Bis Ende Oktober erfolgte keine weitere Zunahme der Körpermasse. Am 26. Oktober wogen sie im Mittel 214,3 kg.



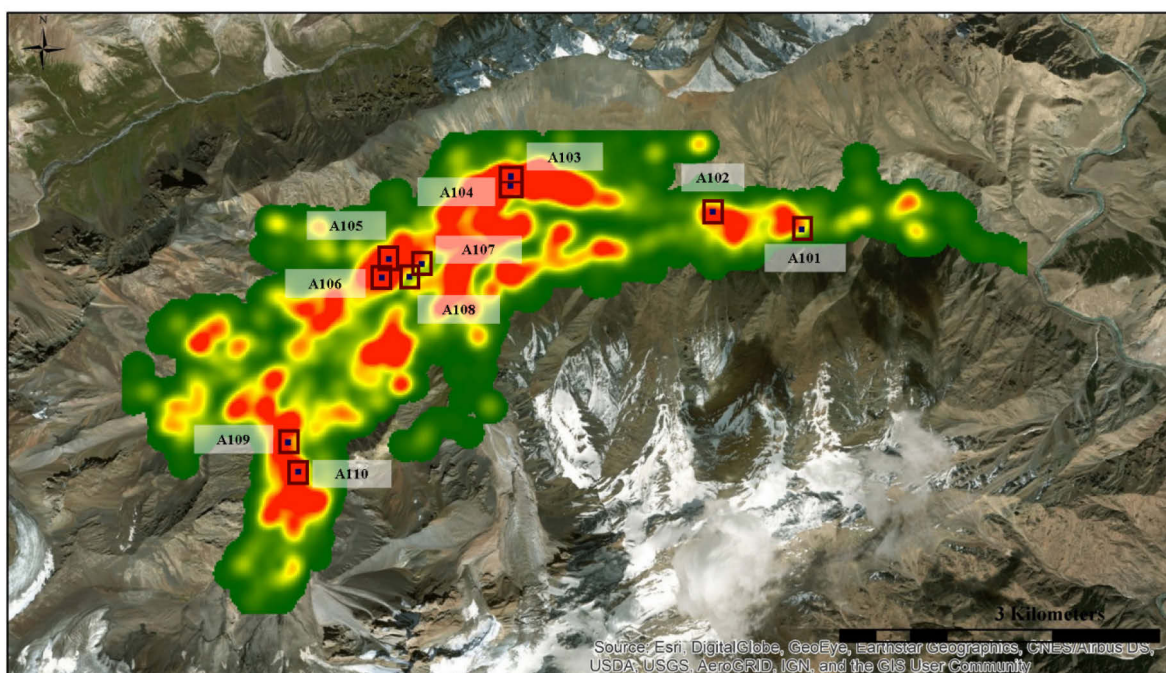
**Abbildung 34: Entwicklung der Lebendmasse von Yaks (n=18) im Altersabschnitt von 22 bis 30 Monate in der Winterzwischenperiode 2013.**

#### 4.5 Vegetationsanalyse

Die Analyse des Pflanzenbestandes erfolgte am 21.6. und 15.9.2015. Die Weidekäfige, die die Pflanzen vor Verbiss schützten, waren über das gesamte Weidegebiet so verteilt, dass die unterschiedlichen geografischen und klimatischen Bedingungen im Untersuchungsgebiet repräsentiert waren. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass mit der begrenzten Anzahl von Weidekäfigen eine kleinräumige Analyse sowie eine statistische

Auswertung nicht möglich sind. Im Rahmen dieser Untersuchungen bestand das Ziel darin, eine vorsichtige Schätzung des Ernährungspotenzials der Hochgebirgsweiden vorzunehmen.

Abbildung 35 gibt einen Überblick über die Verteilung der Käfige im Weidegebiet. Es ist ersichtlich, dass alle in stärker durch die Tiere frequentierten Arealen (rot markiert) aufgestellt waren. Sie wurden im April vor Beginn des Pflanzenwachstums plaziert, so dass sich darunter eine ungestörte Vegetation entwickeln konnte. Nach den ersten Probenentnahmen sind die Flächen wieder abgedeckt worden. Am 15. September, nach 82 Tagen, fand die nächste Beprobung statt.



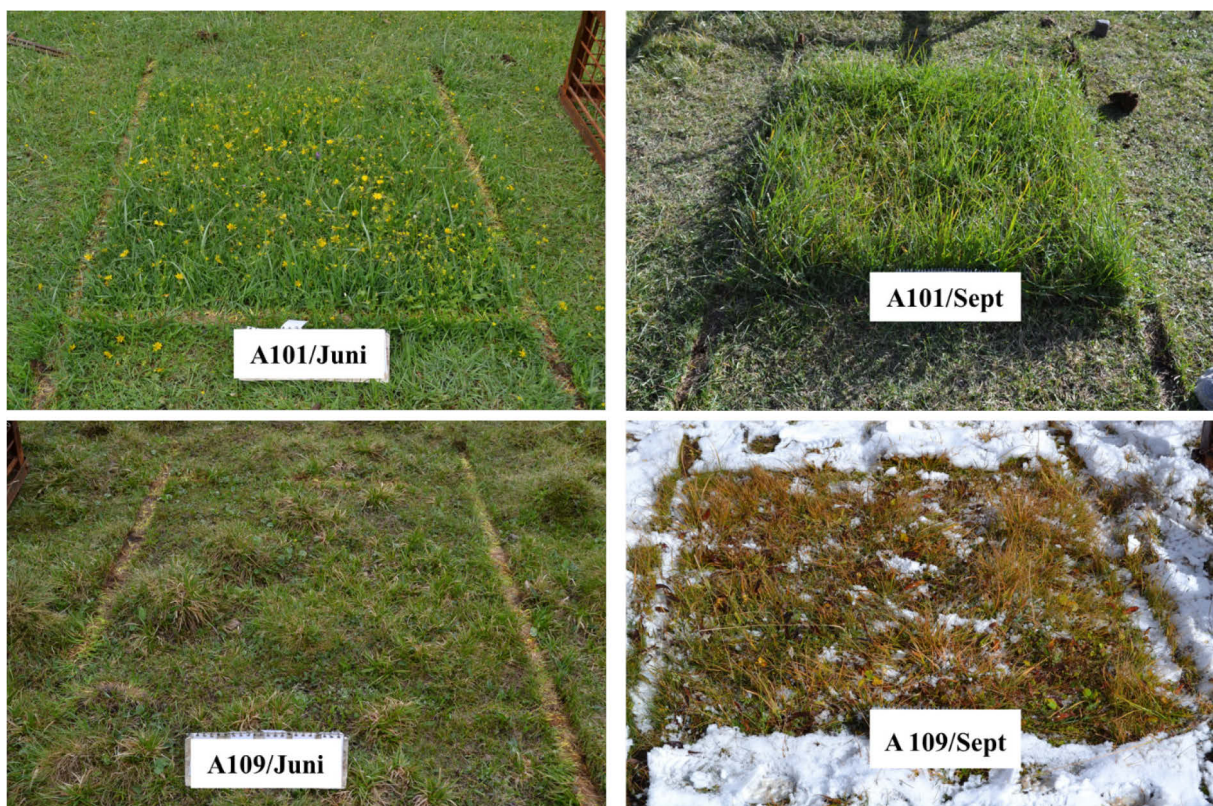
**Abbildung 35: Standorte der Analyse - Plots (Weidekäfige) in Zusammenhang mit der Nutzungsintensität durch die Yaks**

Die Standorte unterscheiden sich durch ihre Höhenlage und ihre Exposition (Tabelle 12). Beide Merkmale sind u.a. verbunden mit unterschiedlichen Wetterbedingungen. Die höheren Lagen sind durchschnittlich kälter als die tiefer gelegenen. Die Oberfläche von Nordhängen erwärmt sich im Frühjahr schneller als die südlich vom Tal gelegenen Südhänge. Die Höhenlagen, auf denen die Weidekäfige verteilt wurden befanden sich zwischen 2161 und 3404 m ü. NHN. Jeweils zwei Käfige waren an Nord- bzw. Südhängen aufgestellt. Ein Probestandort war an einem Nord-West-Hang platziert. Wie sich die Standortbedingungen auf die Vegetation auswirkten zeigen exemplarisch die Fotos in Abbildung 36.



**Tabelle 12: Charakteristik der Standorte für die Vegetationsanalyse**

Standorte	m ü. NHN	Exposition	Charakterisierung
A 101/102	2761m - 2805m	Nordhang	ebene Fläche (Talterrasse)
A103/104	3064m - 3072m	Südhang	ebene Fläche (Alpine-Wiese)
A105/106	3165m - 3168m	Südhang	ebene Fläche (Alpine-Wiese)
A107/108	3118m - 3143m	Nordhang	Moorflächen/ verbuschte Fläche
A109/110	3338m - 3404m	Nord - West Hang	Nah an einem Gletscher



**Abbildung 36: Analyse-Plots (Weidekäfige) in Früh- und Spätphase der Sommerperiode**

Die Bilder sind jeweils am selben Tag aufgenommen worden. Der Analyse-Plot A101 liegt auf 2761 m ü. NHN. Das Bild zeigt, dass am 21. Juni die Pflanzen bereits einige Zeit gewachsen waren und Kräuter blühten. Es ist ebenfalls zu erkennen, dass die Yaks auf diesen Weideareal bereits gegrast hatten. Der 600 m höher gelegene Analyse-Plot wies zum selben Zeitpunkt eine deutlich geringere Entwicklung des Pflanzenbestandes auf. Es ist außerdem zu erkennen, dass sich im Umfeld noch keine Tiere aufgehalten hatten. Bis zum 15. September hatte sich unter dem Weidekäfig von Plot A 101 ein sehr guter Pflanzenbestand entwickelt. Dagegen hatte es



am gletschernahen Standort bereits geschneit und die Pflanzen waren zum Teil schon abgestorben. Die an beiden Untersuchungsterminen analysierten Pflanzengesellschaften sowie die Erträge sind in Tabelle 13 zusammengefasst.

Die vergleichende Bewertung der Entwicklung der Pflanzengesellschaften über die Vegetationsperiode ergibt eine heterogene Situation: der höchste Anteil von Süßgräsern war im Juni auf den tiefer gelegenen Weideflächen zu finden (A101/102), (A103/104). Die Süßgräser (u.a. *Agropyron*, *Stipa*, *Festuca valesiaca*, *Poa alpina*, *Helictotrichon pubescens*) sind mit einem Anteil von 30 % bis 68 % die meist vorkommenden Gräser in der Pflanzengesellschaft. In den tieferen (A101/102) und höheren Lagen (A109/110) kann während der Vegetationsphase einen Anstieg des Süßgräseranteils (10 – 15 %) festgestellt werden. Auf den restlichen Lagen ist eine Reduzierung (bis zu 20 %) der Süßgräser bei einem gleichzeitigen Anstieg der Sauergräser (u.a. *Carex*) nachgewiesen worden. Anders als bei den Süßgräsern der Fall, reduziert sich während der Vegetationsphase der Anteil der Sauergräser in tieferen und höheren Lagen um 15 – 20 %. Der Kräuteranteil variiert zwischen 30 % und 60 %, wobei die höchsten Anteile in den höheren Lagen zu finden sind. Die wichtigsten Vertreter der Kräuter waren *Plantago*, *Patentilla*, *Ranunculus*, *Capsella*, *Taraxacum*, *Achillea*, *Astragalus exscapus*, *Geranium storchenschabel*. Moose wuchsen auf den höheren Weideflächen und waren mit 5 % bis 10 % am Gesamtpflanzenbestand beteiligt.

Der Vergleich der im Juni und September analysierten Proben zeigt ein uneinheitliches Bild in der Entwicklung des Anteils der Arten an der Grünmasse. Die Süßgräser weisen im September bei zwei Analyse-Plots einen höheren Anteil als im Juni auf. Bei den drei anderen Versuchsflächen ging der Anteil der Süßgräser deutlich zurück. Die Anteile an Sauergräsern nehmen dafür zu, sowie der Moosanteil in A107/108 und A109/110.

Der durchschnittliche Weideertrag in der Frühphase der Vegetationsperiode lag zwischen 2,6 und 8,5 dt TM/ha. Der höchste Wert wurde in der Talterrasse (A101/102) und der niedrigste in der Nähe der Gletscher (A109/110) ermittelt. Die in der Spätphase gemessenen Erträge waren auf einem vergleichbaren Niveau wie die Werte der Frühphase. Über den Vegetationszeitraum hinweg konnte eine Ertragsteigerung lediglich in den extremen Arealen (Talterrassen und Gletscher) festgestellt werden. In den anderen Arealen ist der Ertrag eher rückläufig.

**Tabelle 13: Zusammensetzung der Pflanzengesellschaft und Erträge an den untersuchten Standorten**

	A101/102		A103/104		A105/106		A107/108		A109/110	
	Juni	September	Juni	September	Juni	September	Juni	September	Juni	September
<b>Anteile an der Pflanzengesellschaft (%)</b>										
<i>Süßgräser</i>	47,5	57,5	67,5	45	37,5	27,5	35	12,5	15	30
<i>Sauergräser</i>	17,5	2,5	2,5	-	2,5	25	27,5	50	35	10
<i>Kräuter</i>	35,0	40	30	55	60	47,5	30	32,5	40	50
<i>Moose</i>	-	-	-	-	-	-	7,5	5	10	10
<b>Ertrag (dt TM/ha)</b>	8,5	10,2	5,3	6,4	7,6	6,5	3,9	3,0	2,6	5,7

Die Tabelle 14 zeigt den durchschnittlichen Gehalt an Rohnährstoffen und enzymlöslicher organischer Substanz sowie die geschätzte umsetzbare Energie an den beiden Probeterminen.

Die standortspezifischen sowie die zeitpunktabhängigen Unterschiede waren erheblich. So wiesen die Rohprotein- und Rohfettgehalte in der Hochlage zwischen 2761 und 3072 m ü. NHN (A101/102 und A103/104) eine ansteigende und bis 3404 m ü. NHN (von A105/106 bis A109/110) dagegen eine absteigende Tendenz auf. Demgegenüber stiegen die ADF - Werte mit zunehmender Höhe an und erreichten im September einen Wert von 360,2 g/kg TM (A109/110). Dagegen wiesen die Plots in der Tallage (A101/102) einen ADF – Gehalt von 289 g/kg TM auf.

Die Rohfasergehalte stiegen typischerweise im Verlauf der Vegetationsperiode an. Die höchsten Werte wurden auf den Moorflächen (A107/108) gemessen, 249,7 bzw. 272,1 g/kg TM.

Der Energiegehalt der Weidepflanzen erreichte im Durchschnitt aller Proben einen Wert von 7,6 ME MJ/kg TM. Die höchsten Werte wurden im Juni erreicht (7,1 bis 8,5 ME MJ/kg TM). Die im September analysierten Proben wiesen Werte zwischen 6,6 und 8,3 ME MJ/kg TM auf.

Die ELOS – Gehalte lagen im Durchschnitt bei 612,2 g/kg TM. Der niedrigste Wert von 324 g/kg TM wurde im Juni auf der Moorfläche (A107/108) nachgewiesen. Der höchste Wert von 757 g/kg TM wurde in der Frühphase auf dem Analyse-Plot im subalpinen Bereich (A103/104) ermittelt.

**Tabelle 14: Durchschnittliche Gehalte an Rohnährstoffen, enzymlösliche organischer Substanz und geschätzte umsetzbarer Energie der analysierten Vegetationsproben**

Sommerperiode	A101/102		A103/104		A105/106		A107/108		A109/110	
	Juni	September	Juni	September	Juni	September	Juni	September	Juni	September
XP (g/kg TM)	145,3	152,3	116,9	142,5	159,8	108,1	118,8	77,8	158,3	89,3
XL (g/kg TM)	23,5	30,3	21,1	27,8	24,9	24,3	26,5	21,3	26,6	22,4
XF (g/kg TM)	230,5	241,7	222,3	249,9	214,5	256,9	249,7	272,1	221,6	251,3
ADF (g/kg TM)	305,8	289,0	304,9	289,5	308,6	320,8	308,2	325,1	294,1	360,2
ELOS (g/kg TS)	730,0	683,0	757,0	720,0	719,0	517,0	324,0	567,0	605,0	500,0
ME (MJ/kg TM)	8,4	8,1	8,5	8,3	8,2	6,7	7,2	7,0	7,1	6,6

## 5. Diskussion

Im nachfolgenden Kapitel werden die gewonnen Ergebnisse diskutiert. Ziel ist es, diese Erkenntnisse zu analysieren und anderen, vergleichbaren Studien gegenüberzustellen.

### 5.1 Habitatsverhalten

Das Habitatsverhalten bei den Yaks ist von verschiedenen Faktoren abhängig, die vor allem im Zusammenhang mit dem großen Weidegebiet stehen, das Variationen im Futterangebot, in geografischen Gegebenheiten sowie in Witterungsverhältnissen aufweist. Dazu kommt der Einfluss der Jahreszeiten auf das Nahrungsangebot und der extrem kalte und oft schneereiche Winter. Diese Zusammenhänge sind auch von DENISOV (1958b), BELYEV (1980), WIENER et al., 2003/06; KASYMALIEV (2008), ABDYKERIMOV et al., (2011) hervorgehoben worden. In den Untersuchungen zeigten die Yaks einen starken Herdentrieb. Während der Beweidung blieben die Tiere in Kontakt zueinander und grasten in einem „engen Gehüt“ (180 m Individualdistanz). BELYEV (1980), SAMBRAUS (1999), WIENER et al. (2003/06), BADMAEV (2007) und SHAPAKOV (2015) beobachten das gleiche Verhalten in der Herde. Nach SAMBRAUS (1999) betrugen die Individualdistanzen zwischen benachbarten Tieren sogar nur 3 m. Gelegentlich sonderten sich Einzeltiere vorübergehend bis zu 200 m ab. BELYEV (1980) gibt die durchschnittliche Größe in seinen Untersuchungen in Jakutien bei der Yakmutterherde von 20-30 cm an. Dies erklärt sich durch die schlechtere Ausbildung des Sehvermögens der Tiere. Selbst in geringer Entfernung von der Herde grunzen und schnüffeln die Tiere unruhig in der Luft. Die eigenen Erkenntnisse und die anderer Autoren begründen die eigene Annahme, dass wenige, mit GPS- Empfängern ausgestattete Tiere, das Verhalten der gesamten Herde in der Fläche gut abbilden.

Durch die kontinuierlich erfassten Standortdaten der mit GPS –Empfängern ausgestatteten Yaks ist die Home Range für die Herde ermittelt worden. Wenn die äußeren Grenzen der genutzten Weidegebiete zunächst betrachtet werden, zeigen sich nur geringe Unterschiede zwischen den in der Sommer- bzw. in der Winterperiode abgebildeten Home Ranges. Das ergibt sich daraus, dass die Markierung der Grenzen schon durch einen einzelnen gemessenen Standort eines Tieres hervorgerufen werden kann. Für die Beurteilung der Präferenz von Arealen wurde die Kerndichtefunktion herangezogen. Sie ermöglicht eine semiquantitative Analyse von Aufenthaltsfrequenz und –sequenz. Ein Vergleich der Nutzungsintensität bestimmter Areale über die Versuchsjahre zeigt, dass bestimmte Weideareale generell präferiert

werden während bei anderen die Nutzungsintensität von Jahr zu Jahr schwankt. Außerdem muss berücksichtigt werden, dass im Hochgebirge sehr heterogene Bodenverhältnisse existieren und auf engster Fläche die Bedingungen für die Vegetation sehr unterschiedlich sein können. Eine hohe kartografische Auflösung Weidefläche von 15 ha hat z.B. gezeigt, dass von einer „intensiv genutzten“ Fläche auf 1ha wiederum davon 86 % relativ stark – 11% deutlich schwächer sowie 3% selten aufgesucht worden sind.

In den Sommer- und Winterphasen ergeben sich zum Teil erhebliche Unterschiede in der Nutzungsintensität der Flächen. Die Größe der intensiv genutzten Weideflächen wird von dem zur Verfügung stehenden Nahrungsressourcen und der Witterung bestimmt. Das stimmt mit den Aussagen von KASMALIEV (2007) überein. Grundsätzlich bevorzugten die Yaks während der drei Sommerphasen die Weideflächen an Süd- und Nordhänge, von Talterrassen sowie nivalen Geländestufen. Besonders bei relativ warmen Witterungsverhältnissen (Mittelphase des Sommers) zogen die Yaks auf die hoch gelegene Fläche in Gletschernähe. Hier fanden sie Abkühlung und Schutz vor Stechinsekten. Zum gleichen Ergebnis kamen BADMAEV (2007), SAMBRAUS (2006), KELLNER (1996) und DENISOV (1958b) in ihren Untersuchungen. Außerdem verweisen sie darauf, dass Weideflächen auf den Nordhängen und in der Nähe von Gewässern präferiert werden. Bei den Beobachtungen fiel auf, dass die Tiere offene Weideflächen für das Gras bevorzugen und verbuschte Areale sowie Waldränder eher mieden. Das bestätigt die Aussagen von EPSTEIN, 1977. BELYEV (1980) in seine Untersuchung in Jakutien beobachtet, dass sich die Yaks bevorzugen in Waldbereichen aufhalten. Die Datenanalyse ergab, dass die Yaks im Sommer die Weideflächen häufig wechselten. Damit werden die Aussagen von DENISOV (1958a) und ABDYKERIMOV et. al., (2011) bestätigt. Das lässt vermuten, dass die Yaks von der Intention getrieben sind, auf anderen Flächen besseres Futter zu finden. Außerdem muss berücksichtigt werden, dass bei einem geringen Aufwuchs die Flächen auch relativ schnell abgegrast sind. Darauf wird auch von KELLNER (1996) und SHAPAKOV (2015) hingewiesen.

Betrachtet man die Nutzungsintensität in den Winterphasen wird deutlich, dass die Tiere vorwiegend die Südhänge nutzen, was auch SHAPAKOV (2015) und WIENER et al.(2003/06) festgestellt haben. Dies erklärt sich durch eine dünnere Schneedecke sowie eine intensivere Sonneneinstrahlung auf den Südhängen. Der flachere Schnee erleichtert die Bewegung auf der Fläche und verursacht einen geringeren Aufwand beim Freischarren der verdeckten Pflanzen. Mit Beginn der Winterperiode nutzten die Yaks das Weidegebiet weiträumig. Dagegen verringerte sich der Bewegungsradius der Tiere im Kernwinter erheblich. Dafür können

folgende Gründe angeführt werden: Der tiefe Schnee erschwert die Bewegungen erheblich. Außerdem haben die Tiere geringe Mengen an Zufutter erhalten und waren Nahe am Gehege. Ähnliche Beobachtungen machte WIENER (2013). In der Mittelphase des Winters fokussierte sich der Aufenthaltsbereich auf den östlichen Teil der Home Range. Hier wehte oft ein stärkerer Wind, der den Schnee von den Weideflächen fegte. Damit wurde das alte Gras für die Yaks sichtbar und leichter zugänglich. SHAPAKOV (2015) beobachtete ebenfalls, dass die Yaks im Winter windige Plätze aufsuchten. Die Hirten berichteten, dass bei sehr starken Winden die Tiere geschützte Stellen aufsuchen. Das beschreiben auch WIENER et al., (2003/06) und NING (2016). In der Spätphase des Winters (April bis Mai) beginnen die Tiere einen neuen Nutzungszyklus der zu Verfügung stehende Weideflächen.

### **Höhenlage**

Bei dem Vergleich der Nutzung in verschiedener Höhenlage durch die Yaks während der Sommer- und Winterphasen, werden deutliche saisonale Unterschiede sichtbar. In den Sommerphasen hielten sich die Tiere in deutlich höheren Arealen als während des Winters auf. Zu diesen Erkenntnissen gelangten auch DENISOV (1958a), ASYKULOV (2016), ABDYKERIMOV et al. (2011). Es hat sich gezeigt, dass sowohl im Sommer als auch im Winter das Futterangebot und die Witterung die bestimmenden Faktoren für die präferierte Höhenlage sind. Das haben auch WIENER et.al.(2003/06), KASYMALIEV (2008), SHAPAKOV (2015), PAUL et. al., (2016) festgestellt. Es zeigte sich, dass während der Mittelphase der Sommerperiode die Tiere die höheren und kühleren Weideareale über 3200 m ü. NHN präferierten. Mit der Abnahme der Lufttemperaturen zogen die Tiere in der Spätphase des Sommers wieder in tiefere Lagen (um 3000 m ü. NHN).

Auch ASYKYLOV (2016) hat in seinen Untersuchungen in Kirgistan beobachtet, dass die Yaks in Abhängigkeit von den Lufttemperaturen die Höhenlage wechseln. LI (1984) zit. bei KRISHNAN et. al. (2016), dass bei erhöhten Lufttemperaturen (über 20°C), die Tiere als thermoregulatorische Reaktionen kühlere Gebiete in Wassernähe aufsuchen, mehr Wasser aufnehmen und u.U. die Futteraufnahme einschränken. Die Tiere stehen in der Nähe der Wasserstellen. BELYEV (1980) beschreibt ebenfalls, dass sich die Yaks vermehrt in der Nähe von Wasserläufen aufhalten. SHAPAKOV (2015) verweist darauf dass die Tiere auf schattige und windige Weideflächen oder in die Nähe von schneebedeckten Flächen ziehen.

Bei der Betrachtung der Einzeltier Ergebnisse werden deutlich, dass die Variation in der Höhennutzung von Tag zu Tag in den Sommerphasen deutlich größer ist als in den Phasen des Winters. Das ist darauf zurückzuführen, dass wenn z.B. die Tiere von einem Hang zu andere wechseln um dort zu grasen, auch die Täler passieren müssen. Dadurch ergeben sich über die GPS Messung deutliche Variationen in der Nutzung von Höhenlage innerhalb eines Tages z.B.

Aufgrund der abwechslungsreichen Topografie in diesem Gebiet, nutzten die Tiere an einem Tag unterschiedliche Höhenlage.

## **5.2 Bewegungsverhalten (Lokomotion)**

Die Ergebnisse der Analyse des Bewegungsverhaltens in den Sommer- und Winterphasen zeigten deutliche Unterschiede in der Lokomotion. Die durchschnittlich längsten Wege haben die Yaks im Winter zurückgelegt. Auffällig war, dass die durchschnittlichen Wegstrecken in der Mittelphase des Winters deutlich länger waren als in der Früh- und Spätphase. Die hohen Werte in der Mittelphase stehen im unmittelbaren Zusammenhang mit der Nahrungsknappheit auf der Weide. Die Ergebnisse decken sich mit den Beobachtungen von JIANLIN (2014) bei Wildyaks. Wegen des knappen Angebotes von Futter auf der Weide laufen die Tiere bis zu 50 km am Tag. Auch von SCHAPAKOV (2015) stellte in seinen Untersuchungen in Kirgistan fest, dass Yaks im Winter bis zu 70 km pro Tag laufen, um Futter zu suchen.

In der Sommerperiode zeigten die Tiere geringere Lokomotionswerte. Dies erklärt sich durch das Angebot von frischem, energiereichem Futter in unmittelbarer Nähe. Außerdem finden die Tiere nahegelegene Tränkstellen, während sie im Winter offene Wasserstellen suchen bzw. Schnee bedeckte Flächen finden müssen. Im Verlaufe der Sommerperiode, bei nachlassendem Wachstum der Weidepflanzen werden die täglich zurückgelegten Wege wieder länger. Die Tiere müssen längere Strecken absolvieren, um ihren Energiebedarf zu decken. Bei der Betrachtung den täglich zurückgelegten Wegstrecken der Einzeltiere wird deutlich, dass deren Variation in den Sommerphasen relativ geringer ist als in der Winterphasen. Insbesondere im tiefsten Winter (Dezember bis April) zeigten sich erhebliche Schwankungen. Die Schwankungsbreite lag zwischen 5 und etwa 20 km pro Tag. Die Ergebnisse von DING et al. (2014) weichen hiervon ab. In seiner Studie lag die Schwankungsbreite im Winter (Dezember) zwischen 2 und 6 km pro Tag (3,2 km). Der Grund für den Unterschied kann darin liegen, dass die Weidegebiete unterschiedlich groß sind oder eine Zufütterung erfolgt. BELAYEV (1980) hat



in seiner Untersuchung in Jakutien in Abhängigkeit von der Jahreszeit und der Vegetation Tagesstrecken bei den Yaks von 0,5 bis zu 5 km gemessen.

Die saisonalen Einflüsse auf die Lokomotion der Yaks zeigen sich deutlich bei der Betrachtung von 2-h-Intervallen eines Tages. Die Yaks zeigten eine besonders hohe Aktivität in den morgendlichen und abendlichen Dämmerungsstunden. In den Sommerphasen begann die Bewegung vor Sonnenaufgang und Sonnenuntergang. In Gegensatz dazu verhielten sich in den Winterphasen die Yaks nach Sonnenaufgang und kurz vor Sonnenuntergang besonders aktiv. Hier kann vermutet werden, dass im Winter die Yaks über Nacht in Gehegen gehalten werden, um sie Raubtieren zu schützen. Dazu werden sie nach Sonnenaufgang freigelassen und vor Sonnenuntergang wieder eingetrieben.

### **5.3 Grase-und Ruheverhalten**

Grase- und Ruheverhalten werden überwiegend durch die Verfügbarkeit von Futter sowie von der Futterqualität beeinflusst. Diese Zusammenhänge sind in den Untersuchungen von WANG et al. (2011), ABDYKERIMOV et al. (2011), DING et al. (2014) bestätigt worden. Die eigene Beobachtung ergab, dass das Grasen 53-70 % des Lichttages ausmacht. Auch BUZZARD et al. (2014) stellten bei ihren Untersuchungen fest, dass weibliche Wildyaks in Xinjiang 68 % der Beobachtungszeit mit Grasen verbrachten. Nach WIENER et. al. (2003/06) variiert die Grasezeit zwischen 34 und 80 % der gesamten Lichttageszeit.

Bei der Betrachtung der einzelnen Sommerphasen zeigt sich, dass die Yaks in den Früh- und Spätphasen längere Grasezeiten realisierten als in der mittleren Sommerphase. Das deckt sich mit den Ergebnissen der Lokomotionsanalyse und steht im Zusammenhang mit dem Ernährungsbedarf nach der Winterperiode sowie dem sich ändernden Futterangebot im Verlauf des Sommers: Mit einem hohen Energiedefizit kommen die Tiere aus dem Winter und nehmen intensiv das frische Futter auf. Im weiteren Verlauf (mittlere Sommerphase) wird das Energiedefizit abgebaut und der Stoffwechsel ist ausbalanciert. Die Tiere fressen weniger. Demzufolge nehmen auch die Grasezeiten ab. Die Verlängerung der Grasezeiten in der Spätphase des Sommers ist darauf zurückzuführen, dass Nahrungsangebot wieder knapper wird. Diese Zusammenhänge sind auch von KELLNER (1996), WANG et al. (2011), LUMING et al. (2008), DING et al. (2014) gefunden worden.

Die vergleichende Analyse der durchschnittlichen tageszeitlichen Verteilung der einzelnen Verhaltensweisen in den Sommerphasen 2009 und 2015 ergab eine gute Übereinstimmung. Die längeren Grasezeiten wurden in der Morgen- und Abenddämmerung beobachtet. In den Mittagstunden wurde meistens eine Ruhepause eingelegt sowie sonstige Verhaltensweisen realisiert. Das stellte auch KELLNER (1996) in seinen Untersuchungen fest.

#### **5.4 Lebendmasseentwicklung von Yakfärsen**

Die Untersuchungen zur Lebendmasseentwicklung zeigten den gravierenden Einfluss der Jahreszeiten und damit des Futterangebotes auf die Lebendmasseentwicklung der Yakfärsen. Am Ende eines langen rauen Winters haben die Tiere ihre Körperreserven aufgebraucht und damit im zurückliegenden Zeitraum Lebendmasse verloren. Mit einsetzender Vegetation können die Yaks wieder Körpersubstanz aufbauen und realisieren dabei ein kompensatorisches Wachstum, was dazu führt, dass sie die Nährstoffe des frischen Aufwuchses sehr gut verwerten. Zu gleichen Ergebnissen kamen DENISOV (1958a), KUTTLER (1996), MINQIANG et al. (2002), YONGQIANG et al. (2002), WIENER et al. (2003/06) XUE (2005), LONG et al. (2005), ABDYKERIMOV et al. (2011), DING et al. (2012), KRISHNAN et al. (2016).

KELLNER (1996) und DING et al. (2008) verweisen ebenfalls auf das saisonbedingte Wachstum des Yaks. Über 3 Jahre betrachtet nahmen die nicht tragenden Yakfärsen 76 kg an Körpermasse zu. Das entspricht rechnerisch einer täglichen Zunahme von 60g. Das stimmt mit den Angaben von MINQIANG et al. (2002) überein. Die jungen weiblichen Yaks (nicht tragend) wiesen im Altersabschnitt von 13 bis 37 Lebensmonaten durchschnittlich einen Gewichtsverluste im Winter 33,5 kg auf. Dagegen lagen die täglichen Zunahmen in der folgenden Jahreszeit bei 463 - 561 g.

Bei den tragenden Tieren war im Altersabschnitt von 35 bis 53 Monaten der Lebendmasseverlust etwas geringer als bei den nicht tragenden Tieren. Das kann möglicherweise darauf zurückgeführt werden, dass die tragenden Yaks, genetisch bedingt, eine intensivere Jugendentwicklung hatten und deshalb auch früher tragend waren als ihre gleichaltrigen Herdengefährtinnen.

Die vergleichende Betrachtung der Körpermasse in den aufeinanderfolgenden Sommerperioden zeigt, dass trotz der Verluste im Winter ein Körperwachstum stattfindet. Zu dieser Erkenntnis gelangen auch MINQIANG et al. (2002) bei Datong Yaks. Der Autor verweist

darauf, dass das Verhältnis von Gewichtszunahme zu Gewichtsverlust bis zu einem Alter von 5 Jahren (weibliche Yaks) günstiger wird. Nach KELLNER (1996) und KASYMALIEV (2008a) wachsen die Yaks bis zu einem Alter von 8 Lebensjahren. Die Körpermasseentwicklung der Yakfärsen innerhalb der gesamten Vegetationsperiode 2013 macht deutlich, dass das kompensatorische Wachstum in der ersten Sommerphase stattfindet. Bis zum 1. August hatten die Tiere das Endgewicht innerhalb Vegetationsperiode erreicht, und damit waren die Voraussetzungen für die kommende Winterperiode geschaffen. Offensichtlich haben ab diesem Zeitpunkt sowohl der Ertrag als auch die Qualität des Weidefutters nicht mehr für ein weiteres Wachstum ausgereicht. Das deckt sich mit den Ergebnissen von DING et. al. (2012) sowie TING (1994) zit. in KELLNER (1996).

## **5.5 Vegetationsanalyse**

Die Vegetationsanalyse sollte dazu dienen, den Ertrag und den Futterwert des Pflanzenaufwuchses in verschiedenen Arealen des Weidegebietes zu schätzen. Die ausgewählten Areale waren seit Beginn der Untersuchungen von den Yaks präferiert worden. Sie unterschieden sich aber durch geographische Gegebenheiten, Höhenlagen und Witterungsverhältnisse. Die Spannweite innerhalb der Höhenlagen lag zwischen 2161 und 3404 m ü. NHN. Mit zunehmender Höhe verringert sich die Vegetationszeit. Und damit verkürzt sich auch die Nutzungszeit der Weideflächen. DIETL (1980) gibt an, dass je 100 m Höhenzunahme das Pflanzenwachstum 5 bis 6 Tage später einsetzt. LONG (2003/06) untersuchte die Umweltbedingungen für Yaks auf dem Qinghai-Tibetan Plateau. Er gibt eine Zeitspanne für das Pflanzenwachstum von 90 bis 120 Tagen an (Beginn im Mai).

Die Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften in den untersuchten Plots war sehr heterogen. Nach GALLER (2009) nimmt mit zunehmender Höhe der Gräseranteil ab und der der Kräuter nimmt zu. Diese Aussage kann teilweise bestätigt werden. In den eigenen Untersuchungen wurde der höchste Anteil von Süßgräsern in der tieferen Talterrasse (A 101/102 und A 103/104) festgestellt. Die Kräuter und Sauergräser waren in höheren Lagen (A 105/106 bis A 109/110) zu finden.

Allgemein war festzustellen, dass die Diversität der Pflanzengesellschaften am Nordhang (A 107/108) größer als am Südhang war. Darauf wird auch von KELLNER (1996) hingewiesen. Das bestätigte sich auch in den Untersuchungen von HEINICKE et al. (2014) in Naryn Gebiet. Moosanteile wurden erst in Höhenlagen ab 3118 m ü. NHN festgestellt.

Bei der Betrachtung der Weideerträge an den verschiedenen Plots treten erhebliche Unterschiede zu Tage. Die hohen Ertragsdifferenzen zwischen den Standorten lassen sich eindeutig anhand der Unterschiede in der Höhe, der Exposition und der Niederschlagsmenge nachvollziehen. SEMENOVA et al. (2014) ermittelte im selben Untersuchungsgebiet einen durchschnittlichen Trockenmasseertrag von 6,4 dt/ha. IRRGANG et al. (2015) haben auf Hochgebirgsweiden im Gebiet Naryn Trockenmasseerträge für subalpine Steppen und Talterrassen zwischen 4,52 dt/ha und 13,2 dt/ha gemessen. SARBAGYSHEV et al. (1989) ermittelten durchschnittliche Trockenmasseerträge von 4 dt/ha. Für subalpine Steppen auf dem Qinghai-Tibetan Plateau mit ähnlichen Vegetations- und Standortbedingungen (Bodendeckungsgrad von 40 bis 70 %) gibt (LONG, 2003/06) Erträge von 3 dt/ha bis 10 dt/ha an.

## 6. Schlussfolgerungen

Aus den eigenen Ergebnissen können, unter Berücksichtigung von Aussagen aus der Literatur zu den Untersuchungsschwerpunkten folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

### **Habitatsverhalten**

Yaks bilden einen starken Herdenverband mit einer relativ geringen Individualdistanz. Das ist vor allem darauf zurückzuführen, dass sie sich und ihre Nachkommen dadurch besser vor Raubtieren schützen können. Für ein mögliches GPS – gestütztes Weidemanagement ergibt sich daraus die Möglichkeit, mit wenigen Tieren, die mit GPS – Empfängern ausgestattet sind, die Aufenthaltsorte der Herde kontinuierlich zu beobachten und damit gezielt Einfluss auf die Weidenutzung einzelner Areale auszuüben.

Die Intensität der Nutzung von Weidearealen hängt von der Menge und der Qualität des Weideaufwuchses auf diesen Flächen ab. Bereiche mit einem guten Futterangebot werden häufiger und länger beweidet. Das kann zu einer Überlastung der Flächen führen und nachhaltige Schäden an der Grasnarbe verursachen. Deshalb sollte die Weidenutzung gezielt durch die Hirten beeinflusst werden. Eine wichtige Voraussetzung dafür sind Kenntnisse über das Ertragspotenzial von Teilflächen des Weidegebietes. Eine satellitengestützte Ertragskartierung kann dafür die entsprechenden Informationen liefern. Diese Technologie ist jetzt schon verfügbar und wird in naher Zukunft, auch zu relativ geringen Kosten, eine größere Verbreitung finden.

Im Winter passen sich die Yaks an die Witterungsbedingungen und das mangelnde Futterangebot. Sie suchen Plätze auf, die sie vor Wind und Wetter schützen. Außerdem legen sie lange Wege zurück, um Futter zu suchen. Das ist ein sehr energiezehrender Prozess, der zusätzlich Körperreserven mobilisiert.

### **Bewegungsverhalten**

Die Yaks sind bewegungsaktive Tiere und realisieren große Wegstrecken. Das dient vor allem der Futtersuche. Insofern sind die zurückgelegten Wege im Winter deutlich länger als im Sommer. Außerdem wechseln sie sehr häufig ihre Standorte. Die tageszeitliche Verteilung der Bewegungsaktivität folgt dem circadianen Rhythmus.

### **Grase- und Ruheverhalten**

Die Intensität des Grasens hängt vom Nährstoffbedarf und dem Futterangebot ab. Um das Energiedefizit am Ende des Winters auszugleichen grasen die Tiere zu Beginn der Vegetationsperiode sehr intensiv. Auf Grund des frischen Aufwuchses können sie dabei größere Futtermengen aufnehmen. Im Winter dagegen verbringen sie ebenfalls viel Zeit mit dem Grasens. Allerdings wird dabei die meiste Zeit für die Futtersuche benötigt.

### **Lebendmasseentwicklung der Yakfärsen**

Die Lebendmasseentwicklung der Yakfärsen folgt eindeutig dem saisonalen Futterangebot. Im Winter müssen die Yaks erhebliche Körperreserven mobilisieren, um zu überleben. Die Regeneration der Körperkondition findet in den ersten 3 Monaten der Vegetationsperiode statt. Die ausschließliche Ernährung der Yaks über das Weidefutter lässt nur geringe Tierleistungen zu. Aus wirtschaftlichen Gründen könnten folgende Alternativen eine Rolle spielen: Zufütterung im Winter und die Verwertung von schlachtreifen Tieren am Ende der Vegetationsperiode.

### **Vegetationsanalyse**

Die Weideerträge sind typisch für das Ökosystem. Eine Intensivierung ist ökonomisch und ökologisch nicht vertretbar. Ziel eines nachhaltigen Weidemanagements muss sein, ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Weidepotenzial und Ernährungsanspruch der Tiere sicherzustellen.

## 7. Zusammenfassung

Yaks sind sehr gut an die Umweltbedingungen des kirgisischen Hochgebirges angepasst und sind seit Jahrhunderten ein Bestandteil dieses Ökosystems. Politische und wirtschaftliche Veränderungen haben in den zurückliegenden 50 – 60 Jahren dazu geführt, dass die Yakbestände in Kirgistan zurückgegangen sind. Seit einigen Jahren gibt es Bestrebungen diese wiederaufzubauen. Dabei müssen die ökologischen Ansprüche der alpinen Landschaft berücksichtigt werden. In dem Zusammenhang bestanden die Ziele der Arbeit darin, in einem engen zeitlichen Raster, das Verhalten der Yaks im Herdenverband zu analysieren, die Lebendmasseentwicklung von Yakfärsen im Zusammenhang mit dem saisonalen Einfluss zu untersuchen und den Weideertrag zu schätzen. Dazu wurden im Osten Kirgistans, in der Kooperative „Zarya“ für die Verhaltensuntersuchungen insgesamt 12 Yakkühe ausgewählt. Bei 20 Yakfärsen wurde die Lebendmasseentwicklung analysiert. Für die Analyse der Vegetation sind 10 Plots genutzt worden.

Das Habitatsverhalten der Yaks ist von verschiedenen Faktoren abhängig, die vor allem im Zusammenhang mit dem großen Weidegebiet stehen: die Variation im Futterangebot, die unterschiedlichen geografischen Gegebenheiten sowie die saisonalen Witterungsverhältnisse. Die Untersuchungen zeigten, dass das Verhalten der Tiere sehr stark durch die Jahreszeiten beeinflusst wird. Das bezieht sich auf die Nutzung von Flächen und Höhenlagen sowie auf das Bewegungsverhalten. Es zeigte sich, dass bestimmte Weideareale permanent stärker frequentiert werden als andere. Die Lokomotion der Yaks ist im Winter stärker ausgeprägt als im Sommer. Das hängt damit zusammen, dass die Tiere im Winter lange Wege zur Futtersuche auf sich nehmen müssen.

Die Vegetationsanalyse weist darauf hin, dass Ertrag und Futterwert der Weidepflanzen, eindeutig durch die Höhenlage beeinflusst werden. Die Untersuchungen zur Lebendmasseentwicklung zeigten den gravierenden Einfluss der Jahreszeiten und damit des Futterangebotes auf die Lebendmasseentwicklung der Yakfärsen. Die Analyse der Körpermasseentwicklung in aufeinanderfolgenden Sommerperioden zeigt, dass trotz der Verluste im Winter ein Körperwachstum stattfindet.

Ein detailliertes Wissen über das Verhalten von Yaks kann dazu beitragen, die Bewirtschaftung von Hochgebirgsweideflächen zu verbessern und somit die vorhandenen Ressourcen schonend und nachhaltig zu nutzen.



## Abstract

Yaks are very well adapted to the environmental conditions of the Kyrgyz high mountains and have been part of this ecosystem for centuries. Political and economic changes over the past 50 - 60 years have led to a decline in yak stocks in Kyrgyzstan. For some years, there have been efforts to rebuild them. The ecological demands of the alpine landscape must be taken into account.

In this context, the objectives of the PhD – thesis were to analyse the behaviour of the yaks in the herd, to investigate the development of the body weight of yak heifers in connection with the seasonal influence and to estimate the grazing yield in a tight time grid. In the eastern part of Kyrgyzstan, in the cooperative "Zarya", 12 yak cows were selected for the behavioural studies. The development of the body weight of 20 yak heifers was analysed. For the analysis of the vegetation, 10 plots were used.

The habitat behaviour of the yaks depends on various factors, which are mainly related to the large grazing area: the variation in the forage supply, the different geographical conditions as well as the seasonal weather conditions. The investigations showed that the behaviour of the animals is strongly influenced by the seasons. This refers to the use of areas and altitudes as well as to exercise behaviour. It was found that certain pastures are permanently more frequented than others. The locomotion of the yaks is more pronounced in winter than in summer. This is because in winter the animals have to travel long distances in search of food. The investigations on the development of the body weight showed the serious influence of the seasons and thus of the food supply on the development of the yak heifers. The analysis of the body weight development in successive summer periods shows that body growth takes place despite the losses in winter.

The vegetation analysis indicates that the yield and feed value of the pasture plants are clearly influenced by the altitude.

A detailed knowledge of the behaviour of yaks can help to improve the management of high mountain pastures and thus to use the available resources sparingly and sustainably.

## 8. Literaturverzeichnis

- ABDYKERIMOV A., HUDOYAROV E., TURDUBAEV T., ZHOLOMANOV K. und KULCHAEV K. (2011): Кыргызстандын топоз остуруу чарбачылыгы [*dt. Übers.: Yakhaltung in Kirgistan*]. Verlag KNAU, Bischkek. 12-13.
- ARORA, C.L. und C.L. MARWAHA (1981): Behaviour of Yak. *Indian Farming*, 30: 56-64.
- ASYLBEKOV M., ABDUKAIMOV S. und TYNAEV J. (2002): Ecological and physio-biochemical parameters of yak in highland conditions of Kyrgyzstan. Yak production in central Asian highlands. Proceedings of the third international congress on yak held in Lhasa, P.R. China, 4–9 September. 396-400.
- ASYKULOV T. (2016): Yak breeding-way to preserve wildlife habitat. *Nr.11*:103-106.
- AUGUSTINE D.J. und DERNER J.D. (2013): Assessing Herbivore Foraging Behavior with GPS Collars in Semiarid Grassland. *Sensors* 13. 3711-3723.
- BADMAEV S.G. (2007): Эколого-этологические особенности яка в Восточном Саяне [*Ethologische- und Umwelteigenschaften des Yaks in Ostsajan*]. Авторреферат. Ulan-Ude. 2-17.
- BAILEY, D.W. (2001): Evaluating new approaches to improve livestock grazing distribution using GPS and GIS technology. *Proc., 1st National Conference on Grazing Lands*, Dec. 5-8, 2000, Las Vegas, NV. 91-99.
- BAILEY, D.W., KEIL M.R. und RITTENHAUSE L.R. (2004): Research observation: Daily movement patterns of hill climbing and bottom dwelling cows. *Journal of Range Management* 57(1). 20-28.
- BARBARI M., CONTI L., KOOSTRA B.K., MASI G., SORBETTI GUERRI F. und WORKMAN S.R. (2006): The Use of Global Positioning and Geographical Information Systems in the Management of Extensive Cattle Grazing. *Biosystems Engineering* 95 (2), 271-280.

- BARSILA S.R., KREUZER M., DEVKOTA N.R., DING L. und MARQUARDT S. (2014): Adaptation to Himalayan high altitude pasture sites by yaks and different types of hybrids of yaks with cattle. *Livestock Science* 169. 125-136.
- BELYEV D. K. (1980): Акклиматизация яка в Якутии [*dt. Übers.: Akklimatisation des Yaks in Jakutien*]. Verlag Nauka. Novosibirsk. 48-94.
- BERGER J., CHENG E., KANG A., KREBS M., LI L., LU Z.X., BUQIONG, BUSHOU und SCHALLE G.B. (2014): Sex differences in ecology of wild yaks at high elevation in the Kekexili Reserve, Tibetan Qinghai Plateau, China. *Journal of Mammalogy*, 95 (3). 638-645.
- BLANC und BRELURUT (1997): Short-term behavioral effects of equipping red deer hinds with a tracking collar. In: *Proceedings of the First International Symposium on Physiology and Ethology of Wild and Zoo Animals*. zit. nach SCHLECHT E., HÜLSEBUSCH CH., MAHLER F. UND BECKER K. (2004): The use of differentially corrected global positioning system to monitor activities of cattle at pasture. *Applied Animal Behaviour Science* 85. Gustav Fischer Verlag, Germany, 18-26.
- BOGNER H. und GRAUVOGL A. (1984): Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Stuttgart. 184-196.
- BONNEMARIE, J. (1984): Yak. In: I.L. Mason (Ed.): *Evolution of domesticated animals*. London, New York. 1984: 39-45.
- BRAUN BLANQUET J. (1951): *Pflanzensoziologische Grundzüge der Vegetationskunde*. 2. umgearbeitete und vermehrte Auflage, Springer-Verlag, Wien, 631 S
- BUERKERT A. und SCHLECHT E. (2009): Performance of three GPS collars to monitor goat's grazing itineraries on mountain pastures. *Computers and Electronics in Agriculture* 65. 85-92.
- BURT W.H. (1943): Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *J Mammal* 24:346–352.

- BUZZARD P.J., XU D. und LI H. (2014): Sexual/aggressive behavior of wild yak (*Bos mutus* Prejevalsky 1883) during the rut: influence of female choice. *Chinese Science Bulletin*. 59 (22): 2756-2763.
- COLLINS G.H., PETERSEN S.L., CARR C.A. und PIELSTICK L. (2014): Testing VHF/GPS Collar Desing and Safety in the Study of Free-Roaming Horses. Elissa T. Cameron, University of Tasmania, Australia. 1-8.
- CHERTKIEV TCSH. (2008): Изменение биологических признаков и продуктивности при гибридизации яков [*dt. Übers.: Veränderungen der biologischen Eigenschaften und der Produktivität des Hybrid-Yaks*]. *Vestnik KNAU* Nr.1 (9). 159-162.
- DENISOV V.F. (1958a): Домашние яки и скрещивание яков. [*dt. Übers.: Hausyak und Yak Kreuzung*]. Verlag Selhozizdat. Frunze. 3-116.
- DENISOV V.F. (1958b): Разведение Яков. [*dt. Übers.: Yakzucht*]. Verlag Voroshilovskaya. Frunze. 3-60.
- DIETL W. (1980): Die Kartierung des Pflanzenstandortes und der futterbaulichen Nutzungseignung von Naturwiesen. *Natur und Land*, 66. Heft 4. 111-119.
- DING L., LONG R., SHANG ZH., WANG CH., und YANG Y., XU S. (2008): Feeding behavior of yaks on spring, transitional, summer and winter pasture in the alpine region of the Qinghai-Tibetan plateau. *Applied Animal Behavior Science* 111. 373-390.
- DING L.M., WANG Y.P., BROSH A., CHEN J.Q., GIBB M.Y., SHANG Z.H., GUO X.S., MI J.D., ZHOU J.W., WANG H.C., QUI Q. und LONG R.J. (2014): Seasonal heat production and energy balance of grazing yaks on the Qinghai-Tibetan plateau. *Animal Feed Science and Technology* 198. 83-93.
- DING X.Z., GUO X., YAN P., LIANG C.N., BAO O.J. und CHU M. (2012): Seasonal and nutrients intake regulation of lipoprotein lipase (LPL) activity in grazing yak (*Bos Grunniens*) in the Alpine Regions around Qinghai Lake. *Livestock Science* 143. 29-34.

- DING X.Z., LIANG C.N., GUO X., WU X.Y., WANG H.B., JOHNSON K.A. und YAN P. (2014): Physiological insight into the high-altitude adaptations in domesticated yaks (*Bos grunniens*) along the Qinghai-Tibetan Plateau altitudinal gradient. *Livestock Science* 162. 233-239.
- DRAGANOVA I., YULE I., HEDLEY M., BETTERIDGE K. und STAFFORD K. (2010): Monitoring dairy cow activity with GPS-tracking and supporting technologies. 1-10.
- DUSCHER A. (2009): GPS-Telemetry: Hi-Tech im Dienste der Wildtierforschung. *Der OÖ Jäger*, 18-20. [https://www.vetmeduni.ac.at/fileadmin/v/fiwi/Publikationen/Populaerwissenschaftliche/Duscher\\_2009\\_GPS\\_Telemetrie\\_ooe\\_jaeger\\_124.pdf](https://www.vetmeduni.ac.at/fileadmin/v/fiwi/Publikationen/Populaerwissenschaftliche/Duscher_2009_GPS_Telemetrie_ooe_jaeger_124.pdf) (07.11.2017).
- EPSTEIN (1977): *Domestic animals of Nepal*. Verlag Holmes & Meier. The United States of America. 20-37.
- GALLER J. (2009): *Almbewirtschaftung*. Landschaftskammer Salzburg. 1-48.
- GFE (2009): New equations for predicting metabolisable energy of compound feeds for cattle. *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology. Gesellschaft für Ernährungsphysiologie*. 18, 143-146.
- GONSKOPP D. (2001): Manipulating cattle distribution with salt and water in large arid-land pastures: a GPS/GIS assessment. *USA. Applied Animal Behaviour Science* 72, 251-262.
- GOTTARDI E., TUA F., CARGNELUTTI B., MAUBLANC M.L., ANGIBAUT J.M., SAID S. und VERHEYDEN H. (2010): Use of GPS activity sensors to measure active and inactive behaviours of European roe deer (*Capreolus capreolus*). *Mammalia* 74. 355-362.
- HALMURZAEV A.N. und SAMYKBAEV A.K. (2006): Яководство в южного Кыргызстана и пути его улучшения. [*dt. Übers.: Verbesserung der Yakhaltung in Südkirgistan*]. *Vestnik KNAU No. 2(6), Bishkek*. 72-75.
- HAMPSON B.A., MORTON J.M., MILS P.C., LAMB D.W. und POLLITT C.C. (2010): Monitoring distances travelled by horses using GPS tracking collars. *Australian veterinary Journal* 88. 176-181.

- HANDCOCK R., SWAIN D., BISHOP-HURLEY G., PATISON K., WARK T., VALENCIA P., CORKE P. und O'NEILL C. (2009): Monitoring Animal Behaviour and Environmental Interactions Using Wireless Sensor Networks, GPS Collars and Satellite Remote Sensing. Sensors. 3586-3603. [www.mdpi.com/journal/sensors](http://www.mdpi.com/journal/sensors)
- HENICKE T., GIEBELHAUSEN H. und ZEITZ J. (2014): Untersuchungen zur Vegetation und Ertrag von Hochgebirgsweiden in Naryn Gebiet von Kirgistan. Utilization and Protection of agricultural ecosystems in central Asian high mountains – case study Kyrgyz alpine pasture. 1-40 (Tagungsband).
- HOSSLE E. (2000): Yakhaltung. ETH Institut für Agrarwirtschaft. 5-63. (Diplomarbeit).
- HOY S. (2009): Nutztierethologie. Eugen Ulmer Stuttgart. 39-63.
- HULBERT I., WYLLIE J., WATERHOUSE A., FRENCH J. and DAVID MC. (1998): A note on the circadian rhythm and feeding behavior of sheep fitted with a lightweight GPS collar. Applied Animal Behaviour Science 60. 359-364.
- IRRGANG N., HEINICKE T., TOLOBEKOVA A., ZEITZ J., АЛБЕКОВ А. und KAUFMANN O. (2015): Влияние продуктивности высокогорных пастбищ на изменение живой массы животных (в условиях Нарынской области Кыргызстана). [*dt. Übers.: Analyse der Gewichtsentwicklung von frei weidenden Schafen, Rindern und Pferden im kirgisischen Hochgebirge*]. Vestnik KNAU. No. 2 (34). 56-69.
- JIANLIN H. (2014): Wild Yak Bos Mutus (Przewalski, 1983). In: MELLET M. and BURTON J. (2014): Ecology, Evolution and behavior of Wild Cattle: Implication for Conservation. Published by Cambridge University Press. 194-215.
- KASYMALIEV M. (2008a): Новые генотипы кыргызской популяции яков. [*dt. Übers.: Neue Populationsgenotyp von kirgisischen Yaks*]. Monographie. Bischkek. 3-107.
- KASYMALIEV M. (2008b): Пастбищно-кормовые угодия яков в экологических условиях высокогорья. [*dt. Übers.: Weideflächen des Yaks in Bezug zu den Umweltbedingungen des Hochgebirges*]. Vestnik KNAU, Bishkek, 143-145.

- KATSINA E.V., DAVYDOV V.N. und BALDANOV N.D. (1995): Utilization of subalpine pastures by yaks. Russian Agricultural Sciences 1995, 4: 12-16, zit. in HOSSLE (2000): Yakhaltung. ETH Institut für Agrarwirtschaft.5-63. (Diplomarbeit).
- KELLNER, P. (1996): Fütterung und Haltung. In: LENSCH J., SCHLEY P. und ZHANG R.Z. (Hrsg.): Der Yak (*Bos grunniens*) in Zentralasien. Gießener Abhandlungen zur Agrar- und Wirtschaftsforschung des europäischen Ostens. Berlin: 119–167.
- KLAPP, E. und STÄHLIN A. (1936): Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistungen des Grünlandes. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- KLUTKE C. (2012): Validierung von Aktivitätssensoren für die Analyse des Tierverhaltens am Beispiel von Yaks (*Bos grunniens*). Humboldt Universität zu Berlin. Berlin. (Masterarbeit)
- KUTTLER S. (1996): Nutzleistung und ihre Vermarktung. In: LENSCH J., SCHLEY P. und ZHANG R. Z. (Hrsg.): Der Yak (*Bos grunniens*) in Zentralasien. Giessener Abhandlungen zur Agrar- und Wirtschaftsforschung des europäischen Ostens, Berlin: 168–236.
- LESLIE D.M. and SHALLER B.G. (2009): *Bos grunniens* and *Bos mutus* (Artiodactyla: Bovidae). Mammalian Species 836. 1-17.
- LEWIS J., RACHLOW J., GARTON E. und VIERLIN L. (2007): Effects of habitat on GPS collar performance: using data screening to reduce location error. Journal of Applied Ecology 44. 663-671.
- LI S. (1984): The observation on yak's heat resistance. A research on the utilization and exploitation of grassland in the northwestern part of Sichuan Province, Sichuan National publishing House 171-74 zit. in KRISHNAN G., PAUL V., HANAH S.S., BAM J. und DAS P.J. (2016): Effect of climate change on yak production at high altitude. Indian journal of Animal Sciences 86 (6).621-626
- LONG R.J., DONG S.K., WEI X.H. und PU X.P. (2005): The effect of supplementary feeds on the bodyweight of yaks in cold season. Livestock production Science 93. 197-204.



- LONG R.J. (2003/06): Alpine rangeland ecosystems and their management in the Qinghai-Tibetan Plateau. In: WIENER G., JLANLIN H. und RUIJUN L. (2003/2006): The Yak. RAP publication 2003/06. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Bangkok, Thailand. 359-386.
- LUMING D., RUIJUN L., ZHANHUAN S., CHANTING W., YUHAI Y. und SONGHE X. (2008): Feeding behavior of yaks on spring, transitional, summer and winter pasture in the alpine region of the Qinghai-Tibetan plateau. *Applied animal Behaviour Science* 111, 373-390.
- MAGASH A. (2003/2006): Yak in Mongolia. In: WIENER G., JLANLIN H. und RUIJUN L., The Yak. RAP publication 2003/06. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Bangkok, Thailand. 306-310.
- MANNING J., CRONIN G., GONZALEZ L., HALL E., MERCHANT A. und INGRAM L. (2017): The effect of global navigation satellite system (GNSS) collars on cattle (*Bos Taurus*) behavior. *Applied Animal Behavior Science* 187, 54-59.
- MINQIANG W., HUILING L., YONGQIANG., JIYE L. und ZONGLIN L. (2002): Body weight growth of Datong yak in Qinghai. Yak production in Central Asian Highlands. Proceedings of the third International Congress on Yak held in Lhasa. 415-419.
- MITTENECKER E. (1987): Video in der Psychologie. Methoden und Anwendungsbeispiele in Forschung und Praxis. Hans Huber. Bern, Stuttgart, Toronto. 17-23.
- MOHR O. (1947): Table of equivalent populations of North American small mammals. *The American Midland Naturalist*. Vol 37. 223-249.
- NAGUIB M. (2006): Methoden der Verhaltensbiologie. Verlag Springer. 1-229.
- NING W., SHAOLING Y., JOSHI S. und BISHT N. (2016): Yak on the Move. Transboundary Challenges and Opportunities for Yak Raising in Changing Hindu Kush Himalayan Region. *ICIMOD*. 1-191.

- PAUL V., MAITI S., KRISHNAN G., MEDHI D. und DEB S.M. (2016): Yak rearing on high altitude pasture of northeastern Himalaya of India: Their utilization strategies and rejuvenation. Grassland production and utilization. 1410.
- PONGRATZ G. & PONGRATZ A. (23.02.2017): Yak-Haltung.  
<http://www.pongratz.or.at/yakzucht-artikel.htm>
- PORTER V., ALDERSON G.L.H., HALL S.J.G. und SPONENBERG D.P. (2016): Mason's World Encyclopedia of Livestock breeds and Breeding. Volume 2. Boston. 983-993.
- POUROUCHOTTAMANE R., CHATTERJEE A., SARAVANAN B.C., KATAKTALWARE M.A., MISHRA A. und PANKAJ P.K. (2012): Biochemical and micro-mineral status of yak (*Capra grunniens* L.) reared under high altitude traditional migratory system. Veterinary Practitioner Vol. 13 No.2.
- PUTFARKEN D., DENGLE J., LEHMANN S. und HÄRDTLE W. (2008): Site use of grazing cattle and sheep in a large-scale pasture landscape: A GPS/GIS assessment. Applied Animal Behavior Science 111. 54-67.
- REMPEL S.R. and RODGERS R.A. (1997): Effects of Differential Correction on Accuracy of a GPS Animal Location System. The Journal of Wildlife Management 61. 525-530.  
<http://www.jstor.org/stable/380261>
- RUTTER S.M., BERESFORD N.A. und ROBERTS G. (1997): Use of GPS to identify the grazing areas of hill sheep. Computers and Electronics in Agriculture. Elsevier Science. 177-188.
- SAMBRAUS H.H. (1999): Das Verhalten des Yaks. KTBL-Schrift 382.
- SAMBRAUS H.H. (2001): Yak-Haltung. Lehrgebiet für Tierhaltung und Verhaltenskunde, der TU München, Weihenstephan. <http://www.yaks-zucht.de/Yakhaltung/yakhaltung.html>.
- SAMBRAUS H.H. (2006): Exotische Rinder: Wasserbüffel, Bison, Wisent, Zwergzebu, Yak. Stuttgart. 71-80.

- SAMBRAUS H.H. und SPANNL-FLOR (2006): Artgemäße Haltung von Yaks. Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz e.V. Merkblatt No. 103. 3-13.
- SAMYKBAEV A.K. (2008): Сравнительная характеристика мясной продуктивности Яков разных регионов Кыргызстана [*dt. Übers.: Vergleichende Merkmale des Yakfleisch Produktivität aus verschiede Regionen des Kirgistans*]. Vestnik KNAU No 1 (9). 159-162.
- SARBAGISCHEV, B. S., RABOCHEV, V.K. und TEREBAEV, A.I. (1989): 9. Yaks. In: DMITRIEV N.G. and ERNST L.K. (Hrsg.) Animal Genetic Resources of the USSR. FAO Animal Production and Health Paper 65. 391-398.
- SEMENOVA T., SAIPOV B. und TSCHORTONBAEV T. (2014): Геоботаническая характеристика пастбищ. В: Экологический Мониторинг горных пастбищ восточного Прииссыккуля. [*dt. Übers.: Geobotanische Merkmale der Weide. In: Ökologische Überwachung der Hochgebirgsweide im östlichen Teil des Issyk-kul Gebietes*]. Verlag Prima, Bischkek. 50-75.
- ШАРАКОВ K. (2015): Яки высокогорья. [Yaks im Hochgebirge]. Rural Development Fund. Bischkek. 4-18.
- SCHINDLER (1996): Anatomische und physiologische Daten. In: LENSCH J., SCHLEY P. und ZHANG R.Z. (Hrsg.): Der Yak (*Bos grunniens*) in Zentralasien. Giessener Abhandlungen zur Agrar- und Wirtschaftsforschung der europäischen Ostens. Berlin. 41-83.
- SCHLECHT E., HÜLSEBUSCH CH., MALER F. und BECKER K. (2004): The use of differentially corrected global positioning system to monitor activities of cattle at pasture. Applied Animal Behaviour Science 85. 185-202.
- SCHLEY P. (1967): Der Yak und seine Kreuzung mit dem Rind in der Sowjetunion. Gießener Abhandlungen zur Agrar- und Wirtschaftsforschung des Europäischen Ostens. Institut für kontinentale Agrar- und Wirtschaftsforschung der Justus Liebig- Universität Gießen in Verbindung mit der Kommission für Erforschung der Agrar- und Wirtschafts- verhältnisse des europäischen Ostens e.V. Otto Harrossowitz. Wiesbaden. 17-59.

- SCHLEY P. (1996): Naturgeschichte und Domestikation. In: LENSCH J., SCHLEY P. und ZHANG R. Z. (Hrsg.): Der Yak (*Bos grunniens*) in Zentralasien. Giessener Abhandlungen zur Agrar- und Wirtschaftsforschung der europäischen Ostens. Berlin. 19-38.
- SCHOENBAUM I., KIGEL J., UNGAR E.D. DOLEV A. und HENKIN Z. (2017): Spatial and temporal activity of cattle grazing in Mediterranean oak woodland. *Applied Animal Behaviour Science* 187. 45–53.
- SILVERMAN, B. W. (1986): Density estimation for statistics and data analysis. Chapman and Hall, Ltd., London, UK. <https://ned.ipac.caltech.edu/level5/March02/Silverman/paper.pdf>.
- TOST J. (2000): Das Verhalten erwachsener Bullen in einer semi-natürlich gehaltenen Rinderherde mit annähernd natürlicher Alters- und Geschlechtsstruktur. Österreich. 4-10. (Dissertation)
- TURNER L.W., UDAL M.C., LARSON B.T. und SHEARER S.A. (2000): Monitoring cattle behavior and pasture use with GPS and GIS. University of Kentucky, Lexington, USA. 405-413.
- UNGARN E.D., HENKIN Z., GUTMAN M., DOLEV A., GENIZI A. und GANSKOPP D. (2005): Inference of animal activity from GPS data on Free-Ranging cattle. *Rangeland Ecol Manage* 58. 256-266.
- WANG H., LONG R., LIANG J.B., GUA X., DING L. und SHANG ZH. (2011): Comparison of Nitrogen Metabolism in Yaks (*Bos grunniens*) and Indigenous Cattle (*Bos taurus*) on the Qinghai-Tibetan Plateau. *Asian-Aust. J. Animal Science*. Vol.24. No. 6. 766-773.
- WIENER G., JIANLIN H. und RUIJUN L. (2003/2006): The Yak. RAP publication 2003/06, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Bangkok, Thailand. <http://www.fao.org/docrep/006/ad347e/ad347e00.htm>
- WIENER G. (2011): Yak. Animals that Produce Dairy Foods. Roslin Institute, Edinburgh, UK. Elsevier Ltd. 343-350.

- WIENER G. (2013): The Yak, an essential element of the high altitude regions of Central Asia. *Études mongoles et sibériennes, centrasiatiques et tibétaines*, 43-44. [www.emscat.revues.org/2038](http://www.emscat.revues.org/2038)
- XUE B., ZHAO X.Q. und ZHANG Y.S. (2005): Seasonal changes in weight and body composition of yak grazing on alpine-meadow grassland in the Qinghai-Tibetan plateau of China. *Journal of Animal Science* 83.1908–1913.
- YONGQIANG T., XINGXU ZH., MINQANG W., ZHONGLIN L. und RONGCHANG ZH. (2002): Endocrine changes and their relationships with bodyweight of growing yak. Yak production in Central Asian Highlands. Proceedings of the third International Congress on Yak held in Lhasa. 380-387.
- ZI. X. (2003): Reproduction in female Yaks (*Bos grunniens*) and opportunities for improvement. *Theriogenology* 59.1303-1312.
- ZHANG R. (1989): Yak of China. Lanzhou: Gansu Science and Technology Publishing House. zit. In: WIENER G., JIANLIN H. und RUIJUN L. (2003/2006): The Yak. RAP publication 2003/06, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Bangkok, Thailand. 75-194.
- ZHANG R.C. (2000a): Effect of Environment and Management on Yak reproduction. Recent Advances in Yak Reproduction. International Veterinary Information service, Ithaca NY. [www.ivis.org](http://www.ivis.org).
- ZHANG, R. C. (2000b): Ecology and Biology of Yak Living in Qinghai- Tibetan Plateau. Department of Animal Science and Technology, Gansu, Agricultural University, Lanzhou, Gansu, China. [www.kashvet.org](http://www.kashvet.org).
- ZHAO X.X. (2000): An Overview of the Reproductive Performance. Recent Advances in Yak reproduction. International Veterinary Information service, Ithaca NY. [www.ivis.org](http://www.ivis.org).

## **Danksagung**

Es ist mir ein Bedürfnis mich an dieser Stelle ausdrücklich bei allen denjenigen zu bedanken, die mich im Verlaufe der Entstehung dieser Dissertation unterstützt haben:

Insbesondere möchte ich mich ganz herzlich bei Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. Otto Kaufmann für die fachliche und engagierte Unterstützung, sowie seine geduldige Anleitung und die Diskussionen bedanken. Auch für den positiven prägenden Einfluss während meines gesamten Studiums bin ich Ihm sehr dankbar. Weiterhin möchte ich mich bei den Kolleginnen und Kollegen des Fachgebietes Tierhaltungssysteme und Ethologie für die große und freundliche Hilfsbereitschaft im Rahmen meines Aufenthaltes in Deutschland bedanken.

Herrn Dr. Manfred Krocke und Frau Gudrun Noske danke ich für den kollegialen und freundschaftlichen Umgang sowie die Unterstützung und Aufmunterung in allen Lebenslagen.

Frau Dr. Mihaiela Rus danke ich sehr herzlich für ihre unermüdliche Unterstützung bei der Datenverarbeitung und die fachlichen Diskussionen. Sie hatte immer ein offenes Ohr für Fragen und Probleme, nicht nur im fachlichen Bereich. Frau Brigitte Wedeleit danke ich für das konstruktive Korrekturlesen.

Der VW-Stiftung und dem DAAD bin ich zu großem Dank verpflichtet. Beide Institutionen haben mich während meines Studiums bzw. bei der Promotion finanziell unterstützt.

Herzlich danken möchte ich der Leitung der Kooperative „Zarya“ in Kirgistan sowie der Hirtenfamilie Erlan für die Bereitstellung der Versuchstiere und für die Unterstützung bei den Untersuchungen.

Der größte Dank gilt meiner Familie für die liebevolle Unterstützung. Ohne Ihren Rückhalt, die Ermutigungen und den ständigen Zuspruch hätte diese Arbeit nicht entstehen können. Nicht zuletzt gilt mein besonderer Dank allen meinen Freunden sowie der Familie Herbst, deren Unterstützung in Wort und Tat ich mir stets sicher sein könnte.

*Berlin, 2019*

*Aijan Tolobekova*

## **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit erkläre ich, Aijan Tolobekova, an Eides statt, die vorliegende Dissertation selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt zu haben.

Datum Unterschrift